
This is the **published version** of the article:

Jiménez Puerta, Carlos; Alamús Esteban, Ramón. Integración de los datos obtenidos con dron en el SIG del Parc Natural de la Serra de Collserola. 2019. 72 p.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/214382>

under the terms of the  license

Integración de los datos obtenidos con dron en el SIG del Parc Natural de la Serra de Collserola



Carlos Jiménez Puerta
Máster en Geoinformación
UAB 2018-2019

Resumen

La presente memoria detalla los objetivos, metodología y resultados obtenidos en las prácticas realizadas en el Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola (CPNSC), con el objetivo de integrar los datos obtenidos con los vuelos realizados mediante dron. Su elaboración responde al desarrollo del Trabajo de final de Máster de la segunda edición del Máster oficial en Geoinformación, coorganizado por el departamento de Geografía de la Universitat Autònoma de Barcelona y el Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

En el proyecto se realizan la mayor parte de los procesos que componen la cadena de producción de los vuelos realizados con dron, con la excepción de los procesos asociados al vuelo: planificación y realización del vuelo y el posterior volcado de imágenes. Así, se han procesado vuelos ya existentes con diferentes softwares de tratamientos de imágenes de dron a modo de testeo, se ha automatizado el flujo de trabajo, armonizando la base de datos, integrado éstos en el SIG corporativo y, finalmente, compartido los resultados obtenidos en el Webmap de la entidad.

Es importante destacar que no se trata de un proyecto orientado a obtener resultados ni un producto final determinado, sino que durante la realización del proyecto se pretende establecer una metodología eficiente que mejore la gestión interna del parque y de salida a toda la información que proporcionan los vuelos con dron. Esto no implica que no se hayan realizado diversos ejercicios y obtenidos resultados, pero sí que no ha sido el fin de este proyecto.

Palabras clave: Dron, Agisoft Photoscan, Consorci del Parc Natural de la serra de Collserola, SIG, webmap

Resum

La present memòria detalla els objectius, metodologia i resultats obtinguts en les pràctiques realitzades al Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola (CPNSC), amb l'objectiu d'integrar les dades obtingudes amb els vols realitzats mitjançant dron. La seva elaboració respon al desenvolupament del Treball de fi de Màster de la segona edició del Màster oficial en Geoinformació, coorganitzat pel departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

En el projecte es realitzen la major part dels processos que componen la cadena de producció dels vols realitzats amb dron, amb l'excepció dels processos associats al vol: planificació i realització del vol i el posterior bolcat d'imatges. Així, s'han processat vols ja existents amb diferents programaris de tractaments d'imatges de dron per testejar els processos, s'ha automatitzat el flux de treball, harmonitzant la base de dades, integrant aquestes en el SIG corporatiu i, finalment, compartit els resultats obtinguts al Webmap de l'entitat.

És important destacar que no es tracta d'un projecte orientat a obtenir resultats ni un producte final determinat, sinó que durant la realització del projecte es pretén establir una metodologia eficient que millori la gestió interna del parc i de sortida a tota la informació que proporcionen els vols amb dron. Això no implica que no s'hagin realitzat diversos exercicis i obtingut resultats, però sí que no ha estat la finalitat d'aquest projecte.

Abstract

This report details the objectives, methodology and results obtained in the practices carried out in the Consortium of the Parc Natural de la Serra de Collserola (CPNSC), with the aim of integrating the data obtained with the flights carried out by drone. Its elaboration responds to the development of the Master's Final Project of the second edition of the Official Master's Degree in Geoinformation, co-organized by the Geography Department of the Autonomous University of Barcelona and the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

Most of the processes that make up the production chain of drone flights are carried out in the project, with the exception of the processes associated with the flight: planning and realization of the flight and the subsequent dumping of images. Thus, already existing flights have been processed with different drone image processing software as a test, the workflow has been automated, harmonizing the database, integrated into the corporate GIS and, finally, shared the results obtained in the web map of the entity.

It is important to point out that this is not a project aimed at obtaining results or a specific final product, but rather that during the realization of the project it is intended to establish an efficient methodology that improves the internal management of the park and the access to all the information provided by the flights with drone. This does not imply that various exercises have not been carried out and obtained results, but it has not been the end of this project.

Índice de contenidos

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Introducción | 5 |
| 1.1 | Motivación | 6 |
| 1.2 | Alcance | 7 |
| 2 | Contexto institucional | 8 |
| 2.1 | Antecedentes | 9 |
| 3 | Estado de la cuestión..... | 9 |
| 4 | Objetivos | 10 |
| 4.1 | Objetivos específicos | 10 |
| 5 | Desarrollo del proyecto | 12 |
| 5.1 | Planificación del proyecto | 12 |
| 6 | Metodología..... | 13 |
| 7 | Análisis contexto corporativo | 14 |
| 7.1 | Herramientas | 15 |
| 7.2 | Dron | 16 |
| 7.2.1 | Legislación | 16 |
| 8 | Comparativa software tratamiento de imágenes..... | 17 |
| 8.1 | Agisoft Metashape vs Pix4D Mapper | 18 |
| 9 | Desarrollo vuelos | 22 |
| 9.1 | Planificación | 22 |
| 9.2 | Tratamiento de imágenes | 25 |
| 9.2.1 | Flujo de trabajo | 26 |
| 10 | Publicación contenido | 31 |
| 10.1 | WebMap..... | 31 |
| 10.1.1 | Exportación archivos a ArcGis Online | 32 |
| 10.2 | Edición | 34 |
| 10.3 | Visores 3D | 37 |
| 11 | Desarrollo formulario frmVolDron – Integración SIG CPNSC..... | 38 |
| 11.1 | Requerimientos formulario FrmVolsDron | 40 |
| 11.2 | La funcionalidad “Processar Vol” | 41 |
| 11.3 | Uso de Archivo BAT | 42 |
| 11.4 | Visualización..... | 44 |
| 12 | Futuras ampliaciones | 47 |
| 13 | Conclusiones | 48 |
| | Bibliografía | 50 |
| | Anexos | 51 |

1 Introducció

Esta memoria presenta el proyecto desarrollado durante el periodo de prácticas correspondientes al Máster en Geoinformación¹, de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), antiguo Máster propio en Tecnologías de la Información Geográfica (MTIG). Se trata de un máster realizado desde 1997, siendo la promoción cursada la segunda edición como máster oficial.

Se ha realizado un periodo de prácticas de 150 horas comprendidas entre el 8 de abril y el 18 de junio de 2019 en el Consorci del Parc Natural de la Serra de Collserola² (CPNSC), que ha finalizado con una exposición con los miembros del equipo implicados en el proceso de las imágenes obtenidas con el dron (piloto, jefe de servicio, técnico SIG...), en el que se ha expuesto la situación actual, el proyecto desarrollado, así como las actuaciones necesarias para mejorar la eficiencia de la herramienta y su integración en la gestión del parque.

En la presente memoria no solo se pretende analizar el proceso de creación de la metodología considerada más apropiada para el parque y la gestión de los datos obtenidos con el dron en su gestión interna, sino analizar también las carencias y errores que tiene el sistema actual, tanto a nivel metodológico como a nivel técnico de actuaciones ya realizadas.

El parque dispone de su propia base de datos con equipamientos, edificios, incendios y elementos presentes en el día a día de la gestión del parque que inciden en su funcionamiento especialmente en lo referente a tareas de gestión, mantenimiento y análisis de necesidades, así como la gestión del dispositivo de prevención de los incendios ocurridos dentro de sus límites y su área de influencia, el Área Metropolitana de Barcelona (AMB), de la cual está encargada de la gestión el CPNSC.

En este contexto de gestión, el parque ha realizado la compra y programados vuelos regulares con dron, cuyas imágenes de alta resolución permiten realizar análisis detallados de las necesidades, mantenimiento y definir con mayor exactitud los elementos del parque, manteniendo así actualizada su base de datos.

Estos resultados obtenidos con los vuelos una vez procesados, ayudan a mejorar la gestión del parque, al mismo tiempo que proporcionan una gran cantidad de datos y un proceso asociado que inciden en la necesidad de mejorar el flujo de todo el proceso, así como surge la necesidad de analizar los softwares más adecuados relacionados con el tratamiento de imágenes y decantarse por el que se adapte en mayor medida a las necesidades del parque. Debido a la escasez de medios, tanto humanos, como de tiempo disponible y materiales, el parque ha visto la necesidad de crear una metodología más eficiente para desarrollar e integrar en su propio SIG de gestión, los resultados obtenidos vuelos los datos obtenidos con los vuelos e implementar metodologías para dar salida a toda la información generada.

De esta manera, las prácticas se han centrado en el proceso de obtención y posterior uso de imágenes obtenidas con vehículos aéreos no tripulados (UAV), y los productos obtenidos mediante vuelos realizados con dron.

Grosso modo, el proyecto final abarca prácticamente la totalidad del proceso de producción de los productos originados mediante los vuelos del dron, con la excepción de la planificación del vuelo y la obtención de las imágenes. Así, se han enlazado una serie de procesos que van desde el tratamiento de las imágenes obtenidas en los vuelos del dron hasta su publicación en un

¹ <http://geoinfo.uab.es/master/>

² <http://www.parcnaturalcollserola.cat/ca>

Webmap, pasando por la armonización de la base de datos, el desarrollo de la aplicación de gestión interna y la integración en el entorno del sistema de información del Parque.

En definitiva, la idea principal ha sido la de entender la complejidad que comportan los procesos que conlleva el tratamiento con el software especializado, establecer los parámetros adecuados en las variables del propio software, para, una vez analizado el flujo de trabajo más eficiente y adecuado a las necesidades del parque, automatizar el proceso para consumir el mínimo de recursos, así como minimizar el impacto económico, tanto referente al software del que habrá que adquirir licencia como el coste salarial del personal al que se le asignen las tareas de realización de los procesos una vez obtenidas las imágenes de los vuelos realizados con dron.

La presente memoria pretende, por tanto, en primer lugar, introducir el proyecto, contextualizando el parque y sus antecedentes con el Máster en Geoinformación, realizar el estado del arte referente a la interrelación entre los drones, la fotogrametría y los SIG, y detallar los objetivos del proyecto. Una vez realizada la introducción al proyecto, se detallará la cronología de éste, y la metodología utilizada para desarrollar las fases principales del proyecto: análisis del contexto corporativo, en el que se presentará la situación actual del CPNSC referente a los vuelos realizados con dron, las herramientas disponibles, las necesidades de éste y el flujo de trabajo final que se desea obtener; la comparativa entre softwares de tratamientos de imágenes, donde se analizarán aquellos aspectos que inciden en las necesidades del parque respecto a los resultados que esperan obtener para mejorar su gestión y eficiencia mediante los productos obtenidos con los vuelos del dron; el flujo de trabajo, con la explicación de los parámetros de cada variable; la metodología para compartir el contenido realizado mediante un Webmap que permita visualizar y editar; la integración en la aplicación de gestión de equipamientos del parque mediante el desarrollo de un formulario con Visual Basic y un Script de Python que automatice todo el proceso. Finalmente, se incluirá un capítulo con aspectos a mejorar, futuras ampliaciones del proyecto y unas conclusiones sobre las prácticas y los resultados obtenidos.

1.1 Motivación

La realización del Máster en Geoinformación venía motivada por la experiencia académica en la misma UAB en la que se había realizado previamente el Grado en Geografía y Ordenación del Territorio. Estos estudios habían despertado el interés en la parte más técnica de la disciplina geográfica, especialmente en las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), enfocada a la obtención y análisis de productos cartográficos.

Las herramientas SIG se encuentran en constante evolución y son vitales en el análisis de la mayor parte de estudios relacionados con la disciplina geográfica: planificación urbanística, gestión pública o realización cartográfica, son parte de sus aplicaciones más utilizadas, pero también por ello son las más conocidas, especialmente en el ámbito académico.

Por ello, la oportunidad de trabajar con nuevas aplicaciones dentro del entorno SIG ha supuesto un nuevo e interesante reto, especialmente por lo que respecta a opciones de empleabilidad futuras al tratarse de un campo relativamente nuevo y en constante expansión, así como la posibilidad de trabajar en un proyecto enfocado a establecer una metodología de trabajo, no persiguiendo solo la elaboración de un producto determinado.

A ello hay que añadir la naturaleza del itinerario de gestión del Máster en Geoinformación cursado, enfocado a la gestión de proyectos relacionados con el ámbito espacial, con lo que la posibilidad de establecer una metodología de gestión de una fuente de obtención de datos en auge como son los datos espaciales obtenidos con UAV se presenta de especial interés.

En definitiva, los datos obtenidos con dron, permiten al profesional de la disciplina geográfica una nueva perspectiva con la que analizar los fenómenos geográficos al mismo tiempo que aumenta su libertad y campo de acción, al no depender de grandes herramientas tecnológicas, reduciendo en gran medida la barrera de entrada económica, así como se brinda la posibilidad de disponer de los datos en un lapso de tiempo inferior al que se obtendría con un vuelo fotogramétrico tradicional, al necesitar una planificación, captura y proceso inferior.

1.2 Alcance

Se trata de un proyecto que más allá de suponer la realización del TFM, pretende establecer la metodología para el tratamiento de las imágenes obtenidas con dron en el CPNSC. Esta metodología de gestión estaría orientada a los usuarios del parque encargados de las diferentes partes del proceso de producción (captura de imágenes y su posterior proceso, análisis, exportación y publicación), así como se espera los resultados susceptibles de ser interesantes de ser compartidos o bien con el público en general (ortomosaicos, modelos 3D), o con terceros usuarios del propio centro que puedan generar o editar las modificaciones pertinentes (ortomosaicos, curvas de nivel, modelos digitales de elevación).

Esta memoria no pretende ser un artículo académico teórico, sino que se espera relatar las problemáticas surgidas durante su realización, sirviendo de base para los usuarios del parque que intervengan en el proceso del tratamiento de imágenes obtenidas mediante dron, evitando de esta manera el surgimiento de problemas que ya han sido resueltos satisfactoriamente durante el periodo de prácticas, así como presentando alternativas de actuación en aquellos procesos donde se haya comprobado la eficiencia de más de un proceso, por si se quiere optar a posteriori por seguir otro camino, o, en el caso del software, cambiar por otro más adecuado adaptándose a las necesidades del parque.

Del mismo modo, a modo de capítulo final, se presentará un análisis de posibles modificaciones que podrían realizarse de varios aspectos que dependerán de cómo evolucione el parque, o, los propios programas utilizados, ya que de las nuevas funcionalidades que estos presenten en nuevas versiones supondrá una mejor integración de varios aspectos así como otros elementos de la planificación del vuelo proporcionarían resultados más precisos y fieles a la realidad, así como se obtendría un producto final más adecuado para compartir con terceros usuarios.

En definitiva, se espera que el proyecto sirva al CPNSC de base metodológica sobre la que gire el proceso de los vuelos realizados con el dron a partir de la experiencia del proyecto de prácticas, y que sirva de complemento a la experiencia previa que poseían los usuarios del parque ya familiarizados con partes del proceso haciendo los cambios más naturales posibles adaptándose a los programas con los que los miembros del parque estén más familiarizados siempre que así sea posible.

2 Contexto institucional

Rodeada por los ríos Besós y Llobregat, la ciudad de Barcelona y su entorno metropolitano, la Serra de Collserola actúa como pulmón de una de las áreas urbanas más densas de la ribera mediterránea.

Durante el siglo XX, el papel de ésta respecto al entorno urbano ha estado objeto de debate y la modificación de su estatus respecto a protección y marco legislativo urbanístico ha sido una constante desde la redacción del primer plan comarcal de Barcelona.



El Pla comarcal de Barcelona de 1954 supuso el primer paso en una serie de planes en los que se pretendía, directa o indirectamente, regular la gestión y protección del entorno natural de la Serra de Collserola. Desde la segunda mitad del siglo XX hasta la actualidad, una decena de planes han contribuido a la protección de la Serra de Collserola, desde una escala que afecta solo al parque, a escalas supranacionales como la red natura 2000.



De todos estos hitos, la creación del Parc de Collserola, dentro del Plan Especial de Ordenación y Protección del Medio Natural de 1987, y la declaración de Parque Natural por parte de la Generalitat de Catalunya, junto al consorcio que gestiona el parque (CPNSC), son los momentos claves respecto a la gestión y protección de las 8295 hectáreas que forman el área protegida de la Serra de Collserola, y que dan lugar al estatus jurídico actual del CPNSC.

Actualmente, debido a la declaración como Parque Natural el año 2010 (decreto 146/2010 de 19 de octubre) por parte de la Generalitat de Catalunya, ha sido necesaria la redacción de un plan especial que sustituyese al de 1987 (Plan Especial de Ordenación y Protección del Medio Natural del Parque de Collserola (PEPCo)).

El Plan Especial de Protección del Medio Natural y del Paisaje del Parque Natural de la Sierra de Collserola (PEPNat)³, contempla nueve objetivos principales con el objetivo de mantener y mejorar patrimonio natural y cultural, de manera sostenible ofreciendo un servicio social:

- Ecología y preservación de la biodiversidad
- Espacios perimetrales
- Modelo de uso social
- Actividades de valorización de los recursos naturales
- Servicios ecosistémicos
- Patrimonio
- Paisaje
- Modelo de gestión
- Instrumento de regulación



Figura 1 Límites del PN Serra de Collserola Font: CPNSC

³ <https://www.parcnaturalcollserola.cat/es/plan-especial-de-proteccion-del-medio-natural-y-del-paisaje-del-parque-natural-de-la-sierra-de-collserola-pepnat/>

2.1 Antecedentes

EL CPNSC ha realizado convenios de prácticas desde los inicios del MTIG, la mayor parte pertenecientes al itinerario de programación. Pese a no tratarse de una continuación de ninguno de los proyectos realizados en promociones anteriores, sí que el proyecto a desarrollar durante la estancia de prácticas, debido a la variedad de objetivos presentes en el proyecto, comparte temática semejante: publicación de geoservicios, webmaps o integración en el SIG del CPNSC, existiendo proyectos similares realizados en promociones anteriores.

Es el caso del proyecto de la primera edición del Máster oficial en Geoinformación, en el cual Nacho Mirallés desarrolló los WebMaps actuales del parque y su metodología de trabajo de la que se partirá e intentará continuar en la misma dirección que se inició con "*Renovació del contingut cartogràfic del web del Parc Natural de Collserola mitjançant ArcGis Online*".

De promociones anteriores, destacan los proyectos de la 14ª Edición del MTIG, "Desarrollo, implementación y publicación de los geoservicios WMS y WFS del Parc Natural de Collserola", de Alicia Salas Piquet, en el que se elaboraron aplicaciones de visualización y edición, o la 12ª Edición del MTIG en el que Eduard Cuscó i Puigdemívol desarrolló "*Migració i integració d'informació GIS al web corporatiu del Parc de Collserola mitjançant APIS de Google*", elaborando información geográfica web en Google Maps/Earth.

3 Estado de la cuestión

El análisis de la superficie terrestre y los fenómenos que en ella se suceden se presenta como la base de este proyecto, en el que la interacción de dos elementos interrelacionados entre sí, dota al analista de una infinidad de información inabarcable.

Estos dos elementos son la fotogrametría y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Ambas técnicas son complementarias, siendo indispensable la obtención de imágenes aéreas para el análisis SIG y las herramientas SIG indispensables para el análisis de la información obtenida mediante fotogrametría, presentando ambas una evolución paralela.

ESRI define los SIG como un conjunto de herramientas que integran tecnología informática, personas e información geográfica, y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados. Entre sus múltiples funciones, destacan la planificación urbanística, la gestión ambiental, la generación de información cartográfica o la gestión de entidades públicas, como es el caso del CPNSC.

Desde su aparición a principios de los años sesenta, los SIG se han definido a partir de los avances informáticos y la aparición de nuevas fuentes de datos susceptibles de ser utilizadas en el análisis geográfico, siendo especialmente significativo el avance propiciado por la gran cantidad de datos obtenidos mediante satélite (Olaya, 2014).

Las imágenes captadas mediante satélite, junto a las procedentes de vuelos con aviones o helicópteros, impulsaron el desarrollo de la fotogrametría, "Una técnica cuyo fin es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto (Bonneval, 1972), es decir, una técnica que permite reconstruir terrenos a partir de fotografías aéreas, obteniendo información espacial a partir de imágenes bidimensionales. Esta técnica, sin embargo, a parte de su complejidad, contaba con el hándicap de su alto coste si se

requeriría alta resolución (vuelos en avión/avioneta/helicóptero...), o baja resolución en el caso de imágenes satelitales.

Así, al mismo tiempo que la información cartográfica crecía exponencialmente gracias a los satélites, estos últimos años han visto nacer un nuevo boom de nuevas maneras de obtener información cartográfica, debido a la proliferación y democratización del uso de vehículos aéreos no tripulados o UAV (Unmanned Aerial Vehicle).

Este boom se explica debido al bajo coste de adquisición, su facilidad para obtener datos concretos, la reducción de los tiempos de trabajo, que han contribuido a una nueva expansión de los datos obtenidos susceptibles de ser analizados mediante componente geográfico.

Este exponencial crecimiento de datos geográficos, y cartografía obtenida, junto a la aparición de plataformas como ArcGis Online, han permitido compartir y divulgar la gran cantidad información generada a la población, especialmente interesante (y necesario) en el caso de instituciones públicas.

El uso de drones permite, entre otras, los siguientes usos y aplicaciones:

- Agricultura de precisión, que permite entre otros, inventariar áreas cultivadas, detección de plagas, análisis de daños o zonas faltas de riego.
- Ingeniería civil: Seguridad vial, inspección de líneas de alta tensión, presas hidráulicas, explotaciones mineras...
- Monitorización de servicios: Control de torres eléctricas, chimeneas...
- Elaboración de Modelos digitales de elevación: Modelo digital de terreno, modelo digital de superficie
- Búsqueda y rescata en terrenos de difícil acceso

4 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es proponer el circuito de producción del tratamiento de los datos obtenidos en los vuelos con dron realizados en el Parque Natural de Collserola y su posterior integración con los productos del SIG corporativo. Es decir, establecer una metodología que permita agilizar el proceso de tratamiento de las imágenes capturadas por dron en el CPNSC, su posterior tratamiento, el análisis de los datos obtenidos, la elaboración cartográfica y la integración final en el SIG del parque.

4.1 Objetivos específicos

Para poder alcanzar el objetivo principal, es necesario realizar una serie de tareas complementarias:

- Armonización de las Bases de Datos de los elementos del Parque y equipamientos: establecer mecanismos para medir la afectación espacial de los incendios.

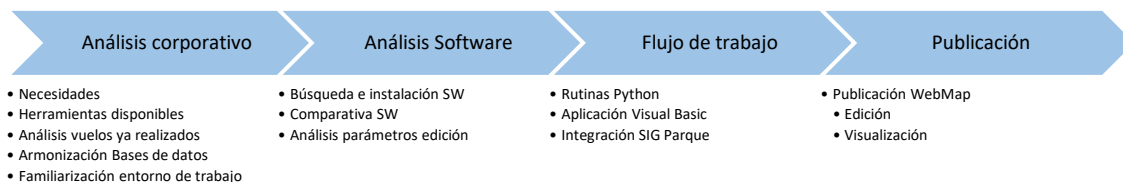
- Análisis del contexto corporativo, necesidades, casos de uso, tipología de usuarios, herramientas existentes.
- Análisis de los vuelos realizados hasta la fecha y modelos de tratamiento aplicados con Visual Basic, el caso de los incendios y de los equipamientos. Replanteo para ordenar la información disponible, vínculo con las bases de datos de Acces.
- Instalación y familiarización con las herramientas necesarias y con el entorno de desarrollo: ArcGis Pro, Agisoft Photoscan, Visual Studio.
- Elaborar y difundir los resultados obtenidos en los vuelos realizados mediante un Web Map realizado con ArcGis Online: fechas, elementos volados, tracks del vuelo imágenes georreferenciadas obtenidas...
- Tratamiento de los vuelos: Experimentar con la parametrización, automatización y explotación de las imágenes y les estructuras de datos (nubes de puntos) generadas por el dron. Estudio de aplicaciones de scripts, comandos y rutinas de Phyton en Agisoft.
- Reestablecer metodologías para exportar y ordenar en disco las imágenes georreferenciadas de los vuelos y los subproductos: MDT, Curvas de nivel...
- Establecer metodologías que permitan a terceros usuarios editar geometrías y atributos en formatos compatibles con ArcGis o Autocad a partir de las imágenes o nube de puntos, con el objetivo de densificar capas de subsistemas del SIG corporativo, actualizando elementos del Mapa Topogràfic 1:1000 del AMB.
- Evolución del subsistema del SIG para la gestión de equipamientos integrando productos del dron mediante Visual Studio.

Las limitaciones presupuestarias del parque impiden realizar la compra de nuevas licencias sin realizar un análisis previo que dictamine rigurosamente los beneficios que proporcionan al parque, así como es necesario realizar un análisis de las alternativas existentes y de las herramientas propias disponibles, con el fin de aprovechar al máximo los recursos propios ya presentes en el entorno de trabajo.

Por ello, y pese a no ser un objetivo inicial, se ha procedido a comparar diferentes softwares de tratamiento de imágenes. El equipo del CPNSC tiene cierta experiencia con Agisoft Photoscan debido a las pruebas que se han ido realizando con versiones de prueba que proporciona Agisoft, siendo su software de referencia en los vuelos ya realizados, pero, no obstante, se realizará una pequeña comparación con la nueva versión de Agisoft Photoscan (Agisoft Metashape) y Pix 4D, los dos softwares de tratamiento de imágenes de dron más extendidos.

5 Desarrollo del proyecto

El proyecto abarca una primera aproximación al contexto del parque y tres fases principales diferenciadas. En primer lugar, se pretende familiarizarse con la estructura y el entorno de trabajo del parque, entendiendo las necesidades de éste previo análisis de herramientas disponibles y los vuelos ya realizados y procesados.



Una vez realizado el análisis del contexto del parque se analizarán los diferentes softwares disponibles para determinar el más adecuado a las necesidades del parque, la metodología adecuada que permita automatizar al máximo el flujo de trabajo que permita la mayor eficiencia posible y la posterior publicación de un WebMap que permita a terceros usuarios visualizar y editar los productos obtenidos, así como la integración de los proyectos realizados con el dron en el SIG del parque.

5.1 Planificación del proyecto

El cronograma del trabajo está dividido en dos partes diferenciadas: En primer lugar, el análisis del contexto corporativo y la comparativa de los softwares de edición, para, una vez escogido el software más adecuado, establecer el flujo de trabajo, su automatización, y la metodología de exportación y publicación de los datos.

Debido a la elevada parametrización que ofrecen los softwares de tratamiento de imágenes y a la lentitud de los procesos, se han simultaneado la mayor parte de las actividades. Así, el análisis del software se ha realizado desde la primera semana, solapándose con el análisis del contexto corporativo, la armonización de la base de datos y el análisis de vuelos previos y, con la integración del SIG del parque durante las últimas semanas, ocupando así, aunque de manera secundaria la práctica totalidad de las prácticas (Figura 2).

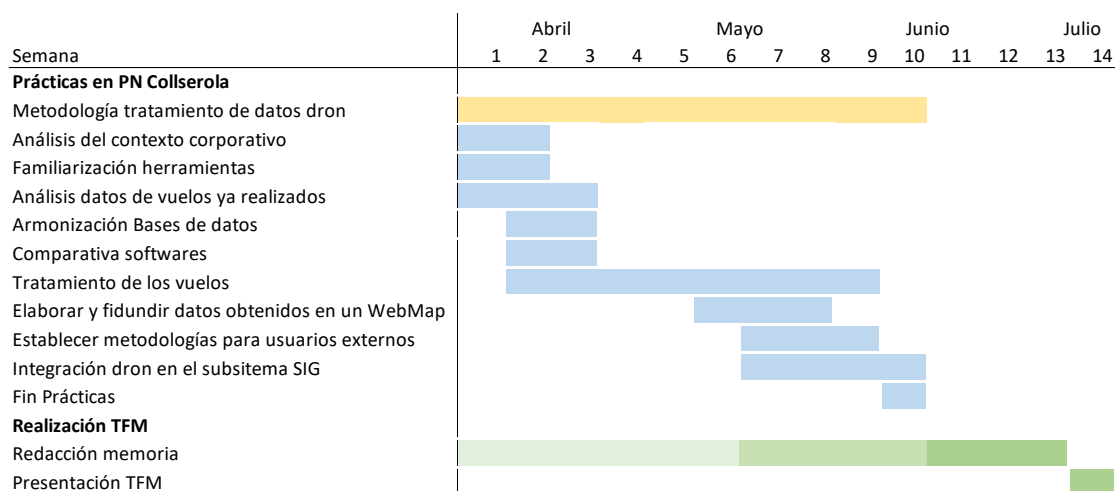


Figura 2 Cronograma TFM

6 Metodología

Las prácticas tuvieron una primera aproximación en febrero de 2018 con una reunión presencial en el Parque de Collserola con los tutores de las prácticas, Ramon Alamús, del ICGC y Raimon Reventós del CPNSC el tutor y técnico SIG del parque y Jordi Piera, piloto del dron, mes y medio antes del inicio presencial de éstas. En la reunión se determinaron los objetivos de las prácticas, la presentación del entorno de trabajo, así como una demostración de un vuelo con el dron en un equipamiento del parque, cuyas imágenes sirvieron para realizar pruebas previas.

Este primer encuentro ha permitido consultar sobre la experiencia previa de los usuarios del parque que ya han tratado con el software referente a los drones, como es el caso del piloto, que ha realizado varias pruebas con las licencias de prueba que brindan las respectivas empresas desarrolladoras de software.

Simultáneamente a la familiarización con el software de tratamiento de las imágenes obtenidas con UAV, se ha realizado una revisión bibliográfica con la que analizar el estado de la cuestión actual referente a fotogrametría, el impacto que ha tenido la explosión del dron como herramienta con la que realizar vuelos fotogramétricos y obtener información cartográfica, así como su integración y combinación con herramientas SIG.

La mayor parte del trabajo se ha elaborado de manera autónoma, basada en el autoaprendizaje a partir de los tutoriales que las propias desarrolladoras del software ponen a disposición del usuario, así como tutoriales de terceros y las propias instrucciones del software, lo que ha ocupado gran parte del tiempo debido a su complejidad y la profundidad de parametrización este, que hace necesario actuar en base a prueba y error analizando los resultados.

El orden cronológico ha sido el siguiente:

- Análisis proyectos previos, con los que se han visualizado los resultados obtenidos y los parámetros utilizados, sirviendo de base para comparar con los resultados propios
- Análisis necesidades del parque, a partir de las directrices del tutor y técnico SIG del parque
- Descarga y comparativa de softwares (PIX 4D Mapper, Agisoft Photoscan/Metashape, 3DFlow...), probando y comparando aquellos productos que el parque necesita para su gestión interna
- Establecer flujo de trabajo y parametrización del software de edición de imágenes, con el que obtener los productos finales con los parámetros adecuados y eficientes para las necesidades del parque
- Automatización del flujo de trabajo mediante script Python, adaptando el script a partir de los manuales de Agisoft
- Establecer metodología de publicación de los datos obtenidos abierta al público, cargando capas en ArcGis Online, probando los diferentes formatos aceptados por la plataforma, añadiendo capas de información sobre los vuelos
- Creación de un Webmap privado orientado a la edición y un Webapp con el que editar y modificar geometrías
- Integración con el SIG del parque, mediante código realizado con Visual Basic

7. Anàlisis contexto corporativo

Se ha realizado un análisis corporativo en dos vertientes: las necesidades del parque respecto al uso del dron, y las herramientas disponibles y necesarias para llevar a cabo el tratamiento de las imágenes obtenidas en los vuelos realizados con éste de la manera más eficiente.

El parque dispone actualmente de un piloto de dron que realiza vuelos a petición del supervisor encargado de éste según las necesidades del parque, cuyo registro se va completando en un archivo Excel del piloto sin vinculación a la base de datos del parque y sin una metodología establecida previamente, lo que ocasiona que la información no esté bien documentada (diferentes nomenclaturas, falta de datos, almacenamiento arbitrario en carpetas inadecuadas...), ocasionando errores de planificación e integración.

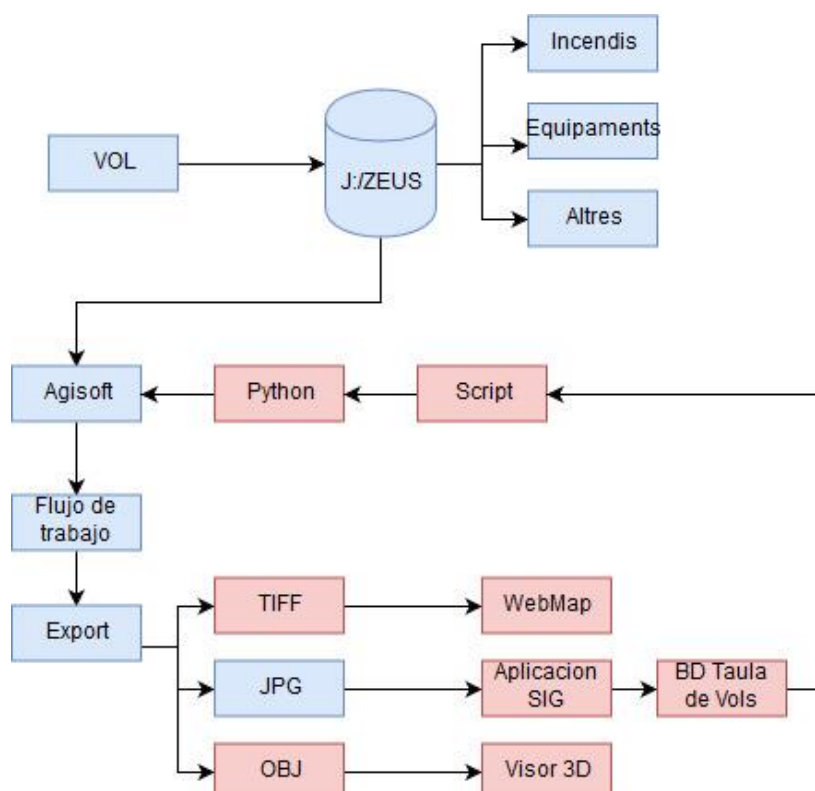


Figura 3 Esquema del flujo de trabajo del dron. En azul, flujo de trabajo previo al proyecto, en rojo, el flujo de trabajo final

Antes de la realización del proyecto de prácticas, una vez realizado el vuelo, este se almacenaba en la unidad J:Zeus, en la carpeta correspondiente según su naturaleza (Incendios, equipamientos, otros...). Posteriormente, se procesaba manualmente con Agisoft Photoscan y se exportaba el ortomosaico obtenido en formato JPG (Figura 3). Debido a la falta de una metodología clara, no se tenía control sobre los proyectos realizados y los productos obtenidos, habiendo proyectos con más resultados exportados (curvas de nivel, MDE...), diferentes parámetros en el proceso de imágenes, carpetas que contenían imágenes de más de un dron o, carpetas con imágenes de diferentes vuelos.

En consonancia con los objetivos y las necesidades del parque, se plantea modificar este flujo de trabajo, añadiendo un script mediante Python que automatice los procesos realizados en el

software de tratamiento de imágenes seleccionado. Este flujo de trabajo aumentará los productos obtenidos y serán exportados en los formatos compatibles con las aplicaciones que se desean realizar.

La imagen en TIFF será utilizada en el Webmap del parque, en el que terceros usuarios podrán visualizar los productos obtenidos con el dron y editar geometrías. El modelo 3D (.OBJ), será publicado en un visor 3D y las imágenes en formato JPG serán utilizadas en el SIG del parque. Este SIG de gestión interna del parque, una vez se hayan armonizado los datos del archivo Excel del piloto en una tabla Acces, se vincularán y se programará mediante VB para que desde la propia tabla del SIG del parque pueda ejecutarse el script y procesado las imágenes.

Por lo que respecta al uso de software, el parque necesita decantarse por el programa adecuado que permita procesar los vuelos eficientemente, adaptándose a los recursos disponibles, y que le permita:

- Establecer una metodología de trabajo automatizada
- Vincular planificación de los vuelos con la base de datos del parque
- Integrar los vuelos con el SIG del parque
- Publicar y compartir los resultados obtenidos

7.1 Herramientas

Para el desarrollo del proyecto ha sido necesario el uso de herramientas, proporcionadas por el CPNSC:

SOFTWARE

- SIG (ArcMap 10.2 y 10.6, Qgis 3.6)
- Edición de imágenes (versiones de prueba de Agisoft Metashape y Pix4D Mapper)
- Programación (Visual Studio 6.0, Python 3.7.3)
- ArcGis Online

HARDWARE

PC Físico

- Procesador: Intel ® Core (TM) i5-4430 CPU 3.00 GHz
- RAM: 8 GB
- 64 Bits

Máquina Virtual

- Procesador: Intel ® Xenon E5645 CPU 2.40 GHz
- RAM: 3 GB
- 32 Bits

IMÁGENES FACILITADAS POR EL CPNSC

Para poder realizar las pruebas, así como analizar los proyectos ya existentes, se ha obtenido acceso a las imágenes de todos los vuelos realizados desde la obtención del dron a principios del año 2018, de cerca de 50 vuelos, así como los reportes de los proyectos ya realizados con Agisoft Photoscan y los propios proyectos, con los que se ha podido comprobar productos ya finalizados y realizar comparativas con diferente parametrización de las variables que ofrece el software (Figura 4).

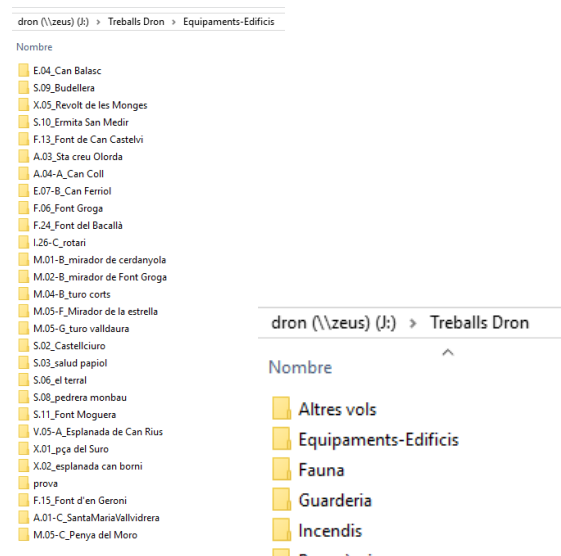


Figura 4 Ubicació de los vuelos ya realizados

7.2 Dron

Pese a no haber formado parte del proyecto, éste pivota entorno al uso del dron, de manera que se presentará el dron con el que se realizan los vuelos y la normativa actual respecto al uso de drones.

Se trata de un dron comercializado por SZ DJI Technology Co., Ltd (DJI) con sede en Shenzhen, China, fundada en 2006, líder en el sector con una cuota mundial del 70% de mercado.

El modelo Phantom 4 Pro (figura 5), de 1,4 kg de peso, dispone de una cámara de 20 Mpx, video en 4k y 60fps, sensor de 1", sistema de posicionamiento por satélite GPS/GLONASS, y una autonomía de 30 minutos. Posee, además, un rango de control de 7km y una velocidad máxima de 72km/h. Es compatible con la mayor parte de los softwares de planificación de vuelo, así como los softwares de tratamiento de imagen.



Figura 5 DJI Phantom 4 Pro

7.2.1 Legislación

La explosión de la actividad realizada con drones en los últimos años ha suscitado incertidumbre y confusión en los legisladores, así como en los propios usuarios de UAV.

En España la normativa se ha desarrollado de la siguiente manera:

Real decreto 8/2014 de 4 de julio → Ley 18/2014 de 4 de julio → Ley 18/2014 de 15 de octubre → Real Decreto 1036/2017

Actualmente, se encuentra en vigor el Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, que regula la utilización de aeronaves pilotadas por control remoto, publicado en el Boletín Oficial del Estado (BOE) el 29 de diciembre de 2017, y aplicándose en toda España desde el 30 de diciembre de 2017. A efectos del parque y sus usuarios, afectan los siguientes puntos del marco normativo actual:

- La normativa obliga a los pilotos que vayan a realizar una actividad profesional a disponer de una licencia de piloto que acredite los conocimientos teóricos y prácticos necesarios, así como un certificado médico emitido por una Organización de Formación Aprobada (ATO) de clase LAPL (drones > 25kg).
- El piloto, además, deberá estar dado de alta como operador en la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), y tener un seguro de responsabilidad civil

8. Comparativa software tratamiento de imágenes

Se realiza una comparativa entre diversos softwares de edición de imagen con el fin de analizar y comparar las diferentes alternativas existentes referentes al software de tratamiento de imágenes obtenidas con dron. Al tratarse de un campo reciente y en auge, se encuentra en un momento de expansión, con lo que existen multitud de programas tanto libres como de pago.

Se han probado varios softwares de manera superficial (Agisoft Photoscan/Metashape, Pix4D Mapper, 3DFlow...), pero la comparativa se realizará entre Metashape y Pix4D, en sus versiones de prueba, atendiendo a las necesidades del parque. Otros softwares no se han contemplado, como el de Esri, por su elevado coste y la necesidad tener una licencia de Arcgis Pro, u otros libres como MICMAC, por su dificultad de adquisición e instalación.

Agisoft Metashape Pro 1.5.2 (Versión de prueba) 3.091€⁴

Agisoft Metashape es un producto de tratamiento de imágenes tomadas con dron realizado por la empresa Agisoft, con sede en San Petersburgo, fundada en 2006.



Pix4D 4.4.12 (Versión de prueba) 3.990€⁵

Pix4D Mapper, pertenece a la empresa de origen suizo Pix4D, fundada en 2011 como una escisión del Laboratorio de Visión en Computación École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).



Ambos softwares producen productos fotogramétricos de calidad similar (nubes de puntos, MDE, ortomosaicos...) En el caso de la práctica, no se pretende analizar aspectos técnicos pues no es el objeto del proyecto, ni se tienen los medios técnicos apropiados, ni se han tomado las medidas

⁴ <https://www.geobit.es/producto/agisoft-photoscan-profesional/>

⁵ https://cloud.pix4d.com/store/?=&solution=pro#solution_pro

oportunas para realizarlo correctamente. Además, el uso del dron por parte del parque responde a cuestiones de inventariado y gestión, más que de un análisis técnico riguroso.

Pese a ello, el parque necesita decantarse por uno de los softwares y puesto a que tanto Agisoft Metashape como Pix4D Mapper son softwares contrastados, se analizarán otros aspectos a considerar según las necesidades del parque:

- Precio
- Posibilidad de automatización
- Posibilidad de parametrización
- Facilidad de uso
- Fiabilidad
- Productos obtenidos
- Compatibilidad con softwares GIS/Publicación

En definitiva, el objetivo es encontrar un software que aúne en un solo producto rapidez, eficiencia, facilidad de manejo, fiabilidad y facilidad de compartir con terceros usuarios los productos generados, todo ello contemplando la relación calidad precio y que se ajuste al presupuesto del parque.

Es importante destacar que usuarios del parque tienen experiencia con el software Agisoft Photoscan, con lo que teóricamente será el principal programa de edición durante el proyecto, pero es interesante evaluar otros softwares por si se adaptan mejor a las necesidades del parque.

8.1 Agisoft Metashape vs Pix4D Mapper

Se han procesado dos vuelos con diferentes características de los equipamientos del parque, el Turó Blau y la Font Grogà. Entendiendo que en una primera etapa el parque requerirá especialmente ortomosaicos e integración con el SIG del CPNSC, se compararán los siguientes productos para una primera aproximación a las necesidades del parque:

- Nube densa de puntos
- Clasificación nube de puntos
- Ortomosaico

Se han utilizado parámetros análogos en ambos programas: calidades altas en todos los procesos, siendo los que se aconseja usar en todos los procesos realizados por el parque, con pequeños matices propios de cada software:

NUBE DE PUNTOS DENSA

La nube de puntos densa muestra un mayor número de puntos y mayor detalle en el caso de Agisoft Metashape (Figura 6). Como puede observarse, el lateral y frontal de la edificación muestran mucho más detalle en la imagen de la izquierda, así como las copas de los árboles o la tierra del primer plano de la imagen.

Destaca el frontal del tejado, en Pix4D, en el cual sobresalen puntos que no existen en realidad, ofreciendo en la posterior reconstrucción del ortomosaico artefactos e imprecisiones.

No sólo hay diferencias en la calidad de los puntos, también en la cantidad: Pix4D presenta una densidad de 8774ppm2, siendo 10157ppm2 en el caso de la nube de puntos creada en Agisoft Metashape.

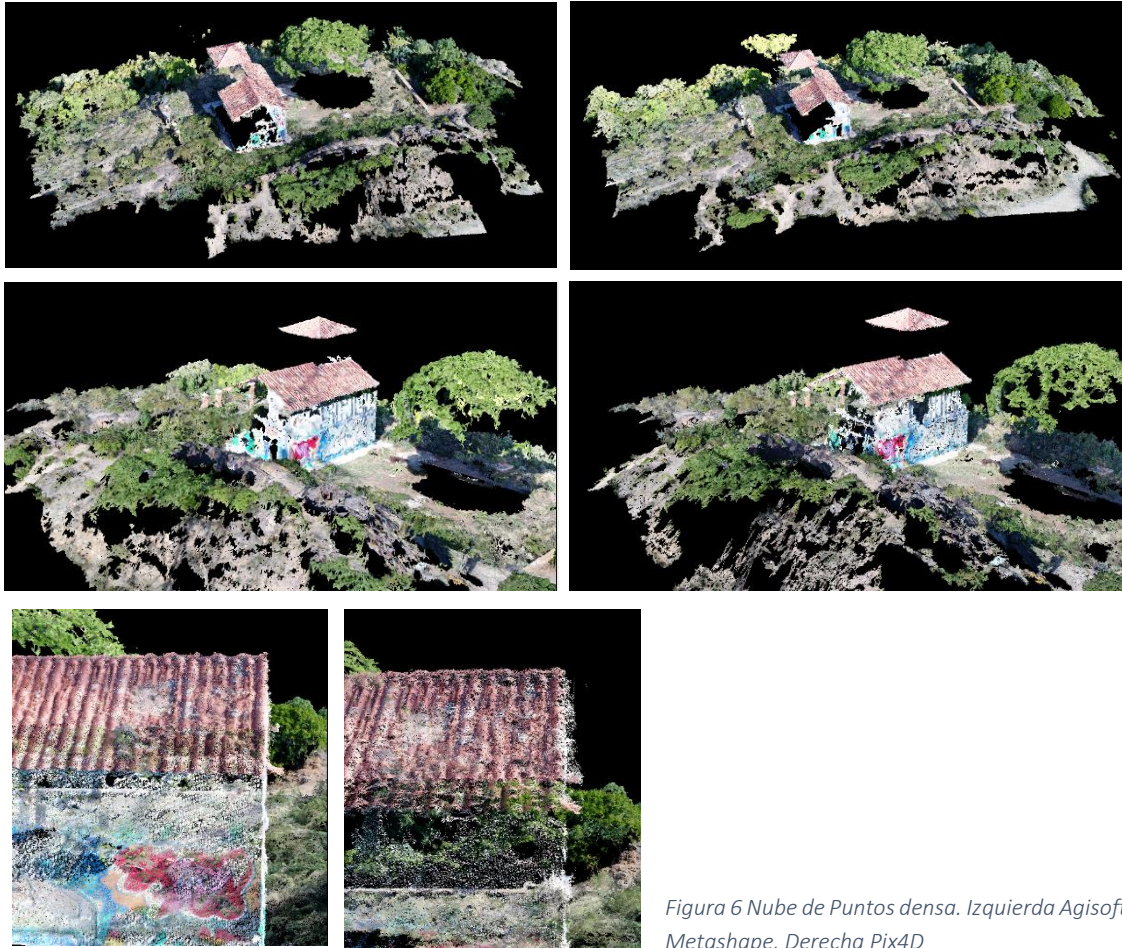


Figura 6 Nube de Puntos densa. Izquierda Agisoft Metashape, Derecha Pix4D

CLASIFICACIÓN NUBE DE PUNTOS DENSA

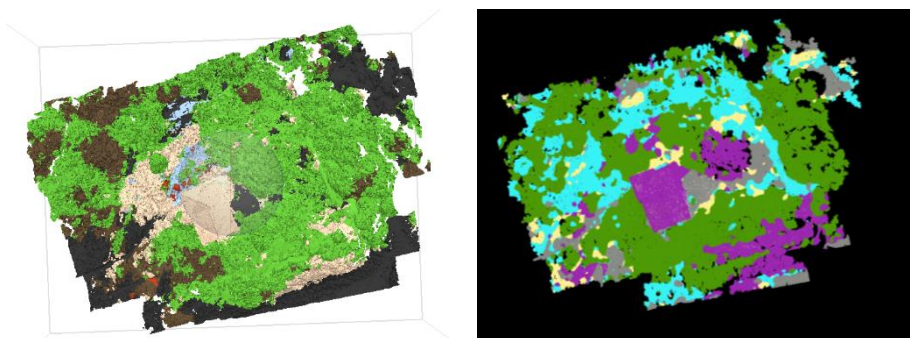


Figura 7 Clasificación Nube de Puntos Densa. Izquierda Agisoft Metashape, Derecha Pix4D

La clasificación automática de puntos muestra resultados especialmente dispares, siendo mucho más fiel a la realidad la clasificación de Agisoft Metashape (Figura 5). Pese a ello, ninguna de las dos es fiel a la realidad y necesita un procesamiento manual o el uso de otros programas para sacar provecho a los datos obtenidos. Se trata de un producto que en una primera instancia no será utilizado por el parque debido a la falta de análisis prácticos que determinen su precisión, pero es de esperar que futuras pruebas e iteraciones con el programa y a medida que avancen los proyectos realizados se trate de un proceso relevante.

ORTOMOSAICO

El ortomosaico no presenta grandes diferencias a simple vista, siendo un buen producto en ambos casos. Sin embargo, el detalle muestra como en Agisoft Metashape el perímetro izquierdo del tejado de la casa se muestra más irregular que en Pix4D, al tiempo que el frontal de éste muestra artefactos en Pix4D. Como se ha podido observar en el resultado de la nube de puntos, en Pix4D se producían imprecisiones y menor número de puntos, afectando al resultado final en el ortomosaico.



Figura 8 Ortomosaico. Izquierda Agisoft Metashape, Derecha Pix4D

Como se ha comentado al principio de la comparativa, ésta no pretende analizar en detalle aspectos técnicos, sino tener una primera aproximación con los resultados de ambos softwares que permitan, junto a las demás características que se ajusten a las necesidades del parque, decantarse por uno u otro software. Durante el proyecto, se ha entendido como la obtención del ortomosaico y la nube de puntos eran los productos que iban a tener más demanda, siendo los demás productos, al menos en un primer instante, opcionales. En general, con ambos programas se obtienen resultados muy similares. Sin embargo, presentan una serie de diferencias que, junto a la experiencia previa de los usuarios del parque con Agisoft Photoscan y a los mejores resultados obtenidos en la nube de puntos y el ortomosaico, hacen que la opción de Agisoft Metashape sea la recomendada para realizar el tratamiento de imágenes en el parque.

Agisoft Metashape

- Mejor Integración en SIG y otros softwares (Python, Visual Basic...)
- Mayor versatilidad, flujo de trabajo muy personalizable
- Dirigido a un usuario más avanzado
- Facilidad georreferenciar mediante puntos de control

Pix4D Mapper

- Más intuitivo, visual y guiado
- Mejor soporte técnico y documentación
- Reporte de vuelo más detallado y extenso, con explicaciones cada vez que finaliza un proceso
- Menor tiempo de procesado
- Permite realizar procesos complementarios con procesos en marcha
- Mayor posibilidad de cálculo
- Posibilidad de uso local/nube

Pix 4D resulta un programa mucho más intuitivo. Permite poner de mapa base una imagen satelital, contextualizando el vuelo, así como presenta un menú guiado mucho más sencillo, pero permite menos parametrización. Agisoft Metashape en cambio permite tener mayor control de las herramientas, aun siendo menos intuitivo, con una curva de aprendizaje mayor, y con una información en la red menor.

Finalmente, es importante destacar que las comparativas iniciales previstas han debido de modificarse puesto que Pix4D no realizaba bien algunos de los proyectos ya procesados correctamente en Agisoft Photoscan (Ermita de la Salut en el Papiol y Can Ferriol, debido a problemas de alineación de las imágenes). Ésta primera problemática, probablemente debida a una deficiente planificación del vuelo en el que el solape no se ha realizado correctamente, no ha tenido problemas en Agisoft Metashape como sí que los ha tenido en Pix4D (Figura 9), con lo que Agisoft Metashape se muestra más robusto en configuraciones de vuelo más débiles.

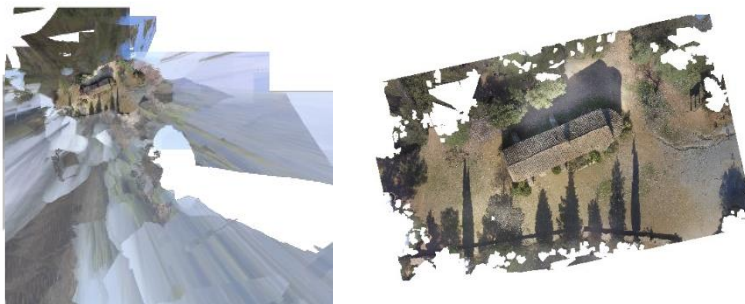


Figura 9 Ortomosaico Ermita de la Salut. Izquierda Pix4D, derecha Agisoft Metashape

En definitiva, los dos programas son válidos para el uso que requiere el parque, compartiendo las mismas problemáticas (tiempo de uso, la necesidad de prueba y error...), pero las ventajas de Agisoft Metashape respecto a Pix4D son más ajustadas respecto a las necesidades del parque, especialmente en las referentes a la mejor calidad de la nube de puntos y el ortomosaico final, la integración con el SIG del parque, la fiabilidad, y, el precio, un 25% menor.

9. Desarrollo vuelos

El flujo de trabajo necesario para obtener los productos deseados es variable según las necesidades de cada proyecto. En el caso del parque, se debe seguir la siguiente metodología:

En primer lugar, se planifica el proyecto, escogiendo los parámetros del vuelo deseados con los que se realizará la captura de imágenes con el dron. Una vez obtenidas las imágenes, éstas se descargarán en la unidad deseada y se realizará el tratamiento de las imágenes del dron, ya sea mediante procesos manuales o automatizado mediante la rutina Python programada con las variables escogidas. Finalmente, una vez obtenidos los productos deseados, se realizará el análisis necesario y posteriormente se procederá a su publicación. En este capítulo se detallará el flujo de trabajo relacionado con el proceso de obtención de productos (ortomosaicos, curvas de nivel...). En el siguiente capítulo, se detallarán los detalles relacionados con la publicación de estos. El análisis de los productos no se ha contemplado en este proyecto, siendo una de las cuestiones que el parque debe resolver para determinar el uso que se le da al dron.



9.1 Planificación

Los UAV permiten generar información cartográfica de manera más eficiente que los vuelos fotogramétricos tradicionales, permitiendo mantener actualizada de forma más económica la base de datos cartográficos de una institución, y proporcionando una mayor calidad que los vuelos tradicionales con una mayor flexibilidad al poder realizar los vuelos a demanda.

Esta facilidad, no obstante, requiere una planificación del vuelo adecuada, adaptándose a las circunstancias.

Es importante establecer:

- Trayectoria del vuelo
- Resolución
- Solape
- Tipo de toma: Cenital, lateral ...
- Velocidad
- Altura del vuelo
- Puntos de control

Así como tener en consideración:

- Fecha
- Condiciones meteorológicas
- Hora de vuelo

Para ello, existen múltiples softwares de planificación del vuelo en el que se puede introducir de forma sencilla la trayectoria en el mapa y los parámetros del vuelo. Se destacan los siguientes elementos que han ocasionado problemas en los vuelos realizados:

TRAYECTORIA DE VUELO Y SOLAPE

Establecer una trayectoria adecuada al resultado que se espera es esencial para que éstos sean satisfactorios.

En el parque se cubren dos tipos de vuelos principalmente: en superficies planas y a equipamientos del parque (fuentes, edificios...), de manera que es importante adecuar la trayectoria del vuelo según el tipo de imagen que se desea obtener.

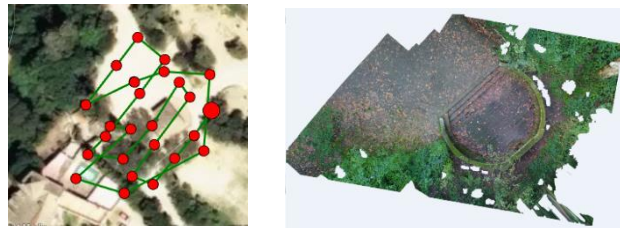


Figura 10 Solapamiento incorrecto y consecuencias

Es importante establecer el solape adecuado que evite la creación de huecos y discontinuidades (Figura 9 y 10) así como una mayor precisión, realizando un plan de vuelo adecuado a las circunstancias (Figura 11).

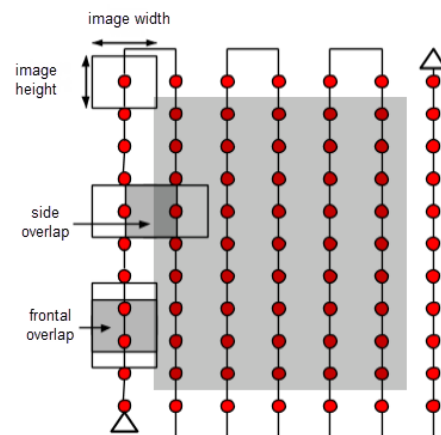


Figura 11 Plan de vuelo general. Fuente:Pix4D

En el caso de reconstruir edificios, se recomienda (Figura 12):

- Orientar la cámara de manera que el objeto a reconstruir ocupe la mayor parte de la imagen
- Volar una segunda y una tercera vez sobre el objeto, aumentando la altura y disminuyendo el ángulo de visión de la toma

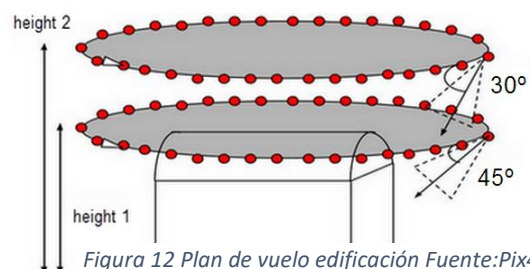


Figura 12 Plan de vuelo edificación Fuente:Pix4D

PUNTOS DE CONTROL

Los Puntos de control o *Ground Control Points* (GCP) son puntos de referencia visuales, que permiten dotar de una mayor precisión al producto obtenido y una geolocalización exacta de los píxeles que forman la imagen. En esencia, son puntos de coordenadas conocidas identificables en la imagen. Para ello, el piloto debe colocarlas físicamente en el terreno a volar antes de la realización del vuelo, en una zona visible desde el aire y repartirlas por el territorio. En proyectos en los que es necesario realizar cálculos, editar geometrías y publicar los resultados obtenidos, requieren de la toma de GPC. Sin embargo, los vuelos previos realizados previamente no han contado con el apoyo de puntos de control para mejorar la precisión del dron. Esto ha ocasionado errores en planimetría (entre 2,5 y 4m) y en altura de varias decenas de metros (Figuras 13/14).



Figuras 13 y 14 Errores en la georreferenciación, superposición entre ortomosaico generado y WMS ICGC

Pese a no ser el método más adecuado, una georreferenciación a partir de puntos de referencia visuales fácilmente identificables en las fotografías tomadas (edificaciones, coches, etc), junto a las coordenadas obtenidas con una ortoimagen y un MDE podría haber salvado los vuelos ya realizados, pero en la mayoría de los vuelos no es posible debido a la escasa presencia de puntos de referencia fácilmente identificable o la concentración de ellos en una zona muy determinada.

Se hace así indispensable la colocación de puntos de control (GCP) en los vuelos a realizar. Éstos, una vez repartidos por el terreno a volar, se debe tomar las coordenadas con un GPS de alta precisión (RTK, PPK), (el parque dispone de un GPS Trimble Juno 3B) que nos de las coordenadas X,Y y Z, con el que posteriormente marcaremos el centro de cada diana con éstas.

Los GCP deben tener un tamaño suficiente, con un centro visible que permita que sea fácilmente identificable y debe contrastar con su entorno. (Figura 15).



Figura 15 Ejemplos de GPC

Por lo que respecta al número de GCP necesarios para obtener un resultado satisfactorio, Pix4D recomienda colocar de 5 a 10 GCP, con un mínimo de 3GCP marcado en un mínimo de 2 imágenes debido a la contenida extensión de los vuelos (Figura 16).

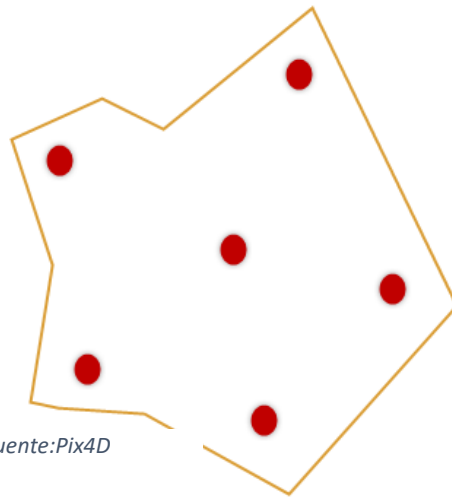


Figura 16 Distribución GCP. Fuente:Pix4D

9.2 Tratamiento de imágenes

El tratamiento de las imágenes dron mediante el software Agisoft Metashape, ha pretendido conocer el software en profundidad, entender los parámetros y variables de todo el proceso adaptándolas a las necesidades del CPNSC. Una vez analizada la mejor parametrización de las variables y establecido el flujo de trabajo adecuado, realizar el script en Python que automatizase todo el proceso.

El programa permite obtener, entre otros, los siguientes productos:

- Nube de puntos densa
- Malla
- Modelo digital 3D
- Texturas
- Modelo digital de elevaciones (MDE)
- Modelo digital terrestres (MDT)
- Ortomosaico

Se especifica el flujo de trabajo tipo, que al finalizar el proyecto se encuentra automatizado mediante un script (Ver anexo).

9.2.1 Flujo de trabajo

El propio software guía el proceso hacia una concatenación de procesos en cascada, de manera que hasta que se ha realizado un paso determinado no se permite realizar los siguientes. Esto permite cierta flexibilidad en algunos pasos, pero se ha considerado adecuado el siguiente flujo de trabajo (Figura 17).

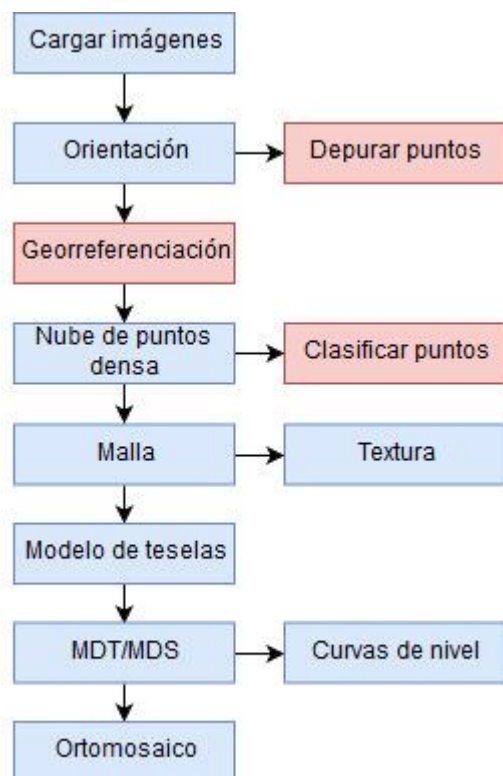


Figura 17 Flujo de trabajo Agisoft Metashape. En azul, procesos automatizables, en rojo, con intervención del usuario

Siempre pensando en automatizar al máximo el proceso de trabajo, se han obviado algunos procesos, así como se han utilizado las opciones considerando las necesidades de tiempo y trabajo óptimos, ya que el software consume muchos recursos e inutiliza prácticamente el uso del ordenador en el que se esté ejecutando. Así como, una vez lanzado un proceso, o todo el flujo de trabajo mediante un batch o script, el programa no deja realizar otras operaciones.

Este flujo de trabajo está automatizado en un script realizado con Python y ejecutado mediante la aplicación del SIG corporativo. Se prevé realizar dos scripts dependiendo de si se ha realizado el vuelo con GPC o no, lo que repercutirá en realizar parte del trabajo manualmente. Se recomienda tomar GPC, pero no se ha hecho hasta el momento:

La pestaña Flujo de trabajo es la que habilita todo el proceso (Figura 18). En esencia, una vez cargadas las imágenes, Metashape alinea las imágenes mediante puntos clave de cada imagen tomada, que posteriormente se georreferenciarán mediante GPC colocados antes del vuelo.

A partir de esta alineación se generará una nube densa de puntos, que permite clasificar automáticamente los puntos obtenidos según su tipo (terreno, edificaciones...), y permite realizar la malla y un modelo 3D, con los que poder realizar curvas de nivel, mediciones de volumen, modelos digitales de superficie y terreno, ortomosaico, etc...

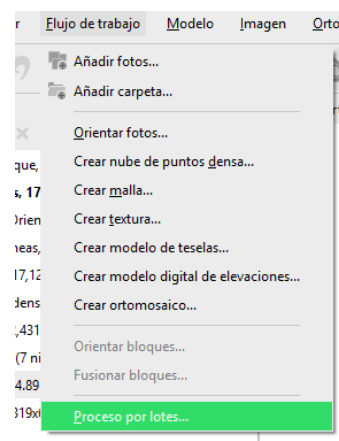


Figura 18 Flujo de trabajo Agisoft Metashape

CARGA DE IMÁGENES

Flujo de trabajo > Añadir fotos

Una vez cargadas las fotografías, deben eliminarse duplicidades, y realizar una estimación de la calidad de éstas, eliminando las que tengan valores inferiores a 0,5.

ORIENTAR FOTOS

Flujo de trabajo > Crear nube de puntos densa

Con las imágenes seleccionadas, se realiza la alineación de las fotos.

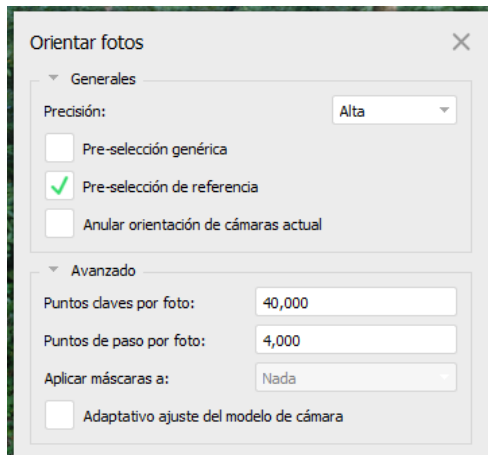


Figura 19 Orientar fotos

Se han seleccionado los siguientes ajustes (Figura 19):

La **precisión** del alineado determina la cantidad de datos que usa el programa para alinear las imágenes. Se escoge precisión alta, que utiliza todos los datos presentes en las imágenes, utilizando la resolución original con la que se ha tomado la imagen.

En el caso de Máxima, aplica un factor de multiplicación x4, y Media, Baja y mínima aplican un factor reductor de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{16}$, usándose un 50 y un 25% de la resolución de la imagen inicial.

Para la **precisión** de imágenes se utiliza la opción referencia al estar las imágenes georreferenciadas, con lo que se mejoran levemente los puntos alineados sin aumentar el tiempo de procesamiento respecto a la opción genérica.

Respecto a los **puntos clave por foto** y los **puntos de enlace por foto**, se establecen los valores en 40.000 y 4.000 respectivamente.

Los puntos clave por foto, indican el límite superior de puntos que Agisoft Metashape considerara para orientar las imágenes. El límite de puntos de unión, indica el límite superior de hacer coincidir los puntos por cada imagen.

DEPURAR PUNTOS

La alineación inicial de imágenes puede generar puntos fuera de la imagen que queremos obtener que provoque mayor lentitud en procesos posteriores o problemas en la calidad de los productos finales. Es recomendable depurar estos puntos generados antes de continuar con el flujo de trabajo previsto, redimensionando el volumen de trabajo (Figura 20).

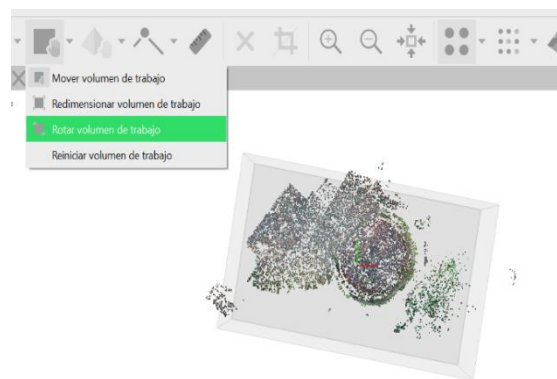


Figura 20 Redimensionar el flujo de trabajo

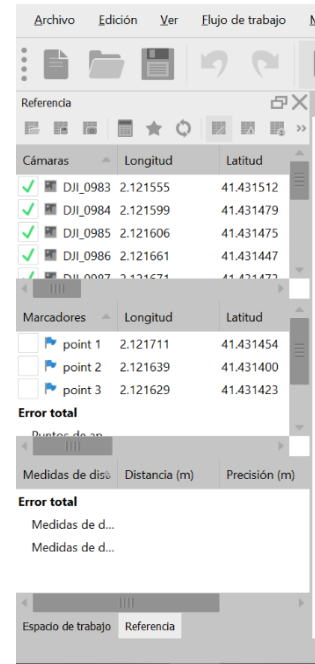
GEORREFERENCIACIÓN

La georreferenciación es esencial para ubicar con la máxima precisión las imágenes obtenidas. Para ello, es necesario haber obtenido una serie de GCP y sus coordenadas correspondientes mediante un GPS de precisión. Sin embargo, en los vuelos realizados no se han tomado con lo cual, la precisión se resentirá. Como se ha podido observar anteriormente (Figura 21), el error en planimetría es de entre 2,5 y 4 metros, excesivo para obtener resultados satisfactorios. Por su parte, el error en altimetría es mucho más elevado.

El proceso debería ser el siguiente:

- Añadir marcadores en las imágenes con GCP
- Añadir coordenadas
- Colocar manualmente en el centro del GCP los marcadores en todas las imágenes que contengan marcadores
- Optimizar cámaras (Figura 21)

Figura 21 Pestaña de Georreferenciación



NUBE DE PUNTOS DENSA

Flujo de trabajo > Crear nube de puntos densa

Con la georreferenciación y alineación ya realizadas se crea una nube de punto de mayor densidad. Agisoft Metashape permite escoger la calidad y el tipo de filtrado de profundidad (Figura 22).

La **calidad** (Extra alta, alta, media, baja y mínima), determina el número de puntos a utilizar. Extra alta utiliza todos los puntos disponibles, disminuyendo $\frac{1}{4}$ a cada nivel de calidad. Es el proceso más exigente de todo el flujo de trabajo, de manera que se escoge la calidad alta, suficiente para obtener la calidad necesaria.

Por lo que respecta al **filtro de profundidad**, Agisoft propone un filtrado desactivado, leve, moderado o agresivo, siendo este último el que ofrezca mayor calidad.

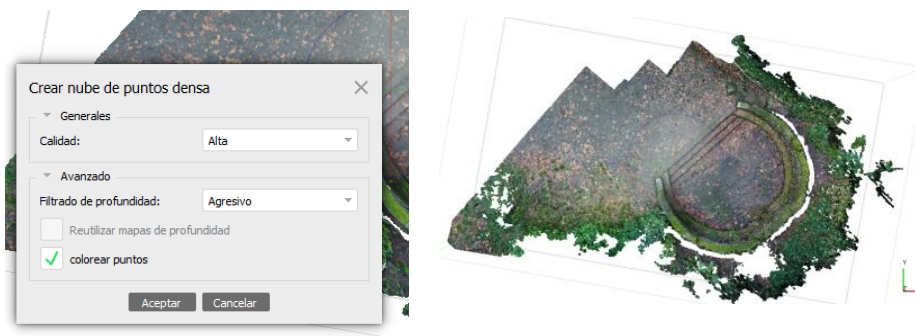


Figura 22 Nube de puntos densa

CLASIFICACIÓN NUBE DE PUNTOS

Herramientas > Nube de puntos densa > Clasificar puntos

Agisoft Metashape permite clasificar automáticamente los puntos en las siguientes categorías:

- Terreno
- Vegetación baja
- Vegetación mediana
- Vegetación alta
- Edificio
- Punto enterrado (ruido)
- Punto clave del modelo
- Firme de la carretera
- Conductor de clave
- Torre de transmisión
- Conector de la estructura
- Plataforma del puente
- Ruido alto
- Vehículo
- Objetos hechos por el hombre

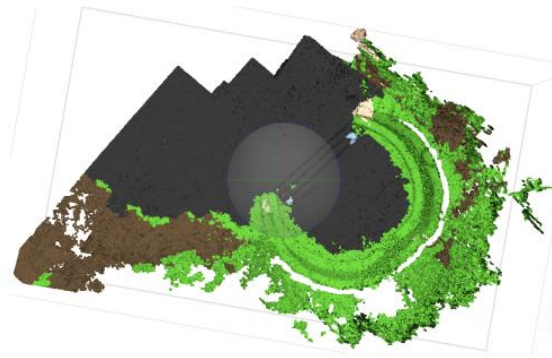


Figura 23 Clasificación nube de puntos

La clasificación automática de puntos, sin embargo, se ejecuta en el script, pero no se exporta, debido al excesivo peso que ocupa en disco el archivo exportado (LAS). (Figura 23).

A parte del peso, requiere intervención del usuario para depurar los fallos manualmente, de manera que se recomienda trabajar con ella cuando sea útil en procesos determinados.

MALLA

Flujo de trabajo > Crear malla

La malla permite, a partir de la nube densa de puntos, crear el modelo 3D final.

Se escoge el **tipo de superficie** bajo relieve/terreno ya que arbitrario está destinado a objetos o edificios, no a vuelos, la nube de puntos densa como dato fuente al ser la que dispone de mayor número de puntos, el **número de caras** alta para obtener la mayor calidad, la **interpolación** por defecto y todos los puntos disponibles (Figura 24).

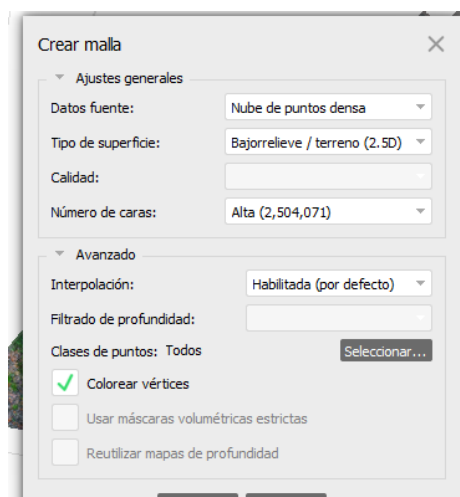
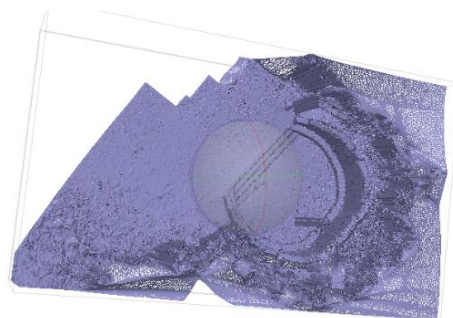


Figura 24 Malla



TEXTURA

Flujo de trabajo > Crear textura

La creación de textura no es obligatoria para continuar con el flujo de trabajo, pero si recomendable, ya que proporciona un aspecto real y más atractivo al hacerla. Ésta se genera a partir de la malla, con las opciones por defecto (Figura 25).

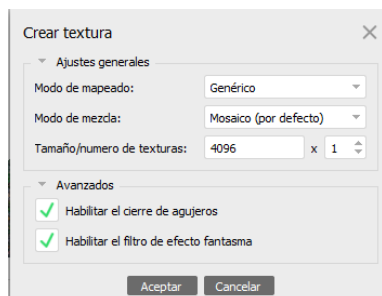


Figura 25 Textura

MODELO DE TESELAS

Flujo de trabajo > Crear modelo de teselas

El modelo de teselas permite reducir espacio y mejora rendimiento del proceso a partir de la nube de puntos densa, dejando las opciones por defecto (Figura 26).

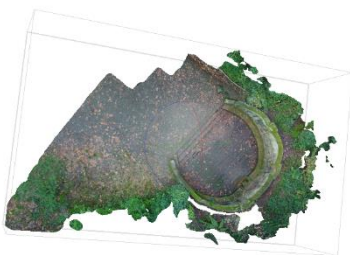
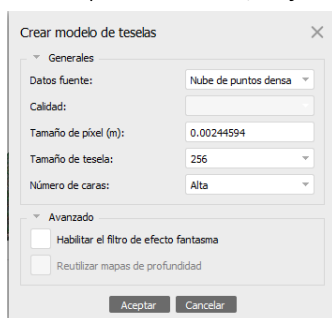


Figura 26 Modelo de teselas

MDE

Flujo de trabajo > Crear modelo digital de elevaciones

Agisoft Metashape permite crear Modelos Digitales de Elevación (MDE). Según la clase de puntos escogida, si se seleccionan todos será un Modelo Digital de Superficie (MDS), si se selecciona solo el terreno un Modelo Digital de Terreno (MDT). En el script realizado se ha considerado realizar un MDS (Figura 27), al considerar que se ajustaba a las necesidades del parque y al ser el resultado del MDT menos ajustado a la realidad sino se realizaba un proceso manual.

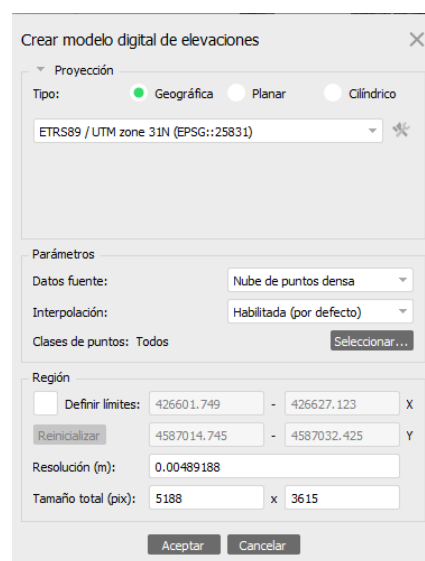
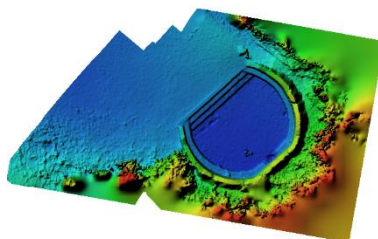


Figura 27 Modelo Digital de elevaciones

ORTOMOSAICO

Flujo de trabajo > Crear ortomosaico

Finalmente, a partir del MDE, se crea el ortomosaico final (Figura 28)



Crear ortomosaico

Proyección
Tipo: ☒ Geográfica ☐ Planar ☐ Cilíndrico

WGS 84 (EPSG::4326)

Parámetros

Superficie:

Modo de mezcla:

☐ Refinar líneas de costura

☒ Permitir el cierre de agujeros

☐ Ocultar vista de caras invertidas

☒ Tamaño de píxel (deg): X

Y

☐ Máx. dimensión (pix):

Región

☐ Definir límites: - X

- Y

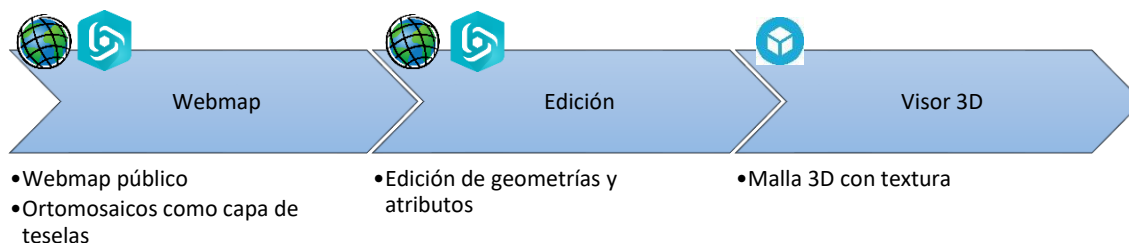
Tamaño total (pix): x

Figura 28 Ortomosaico

10. Publicación contenido

Agisoft Metashape produce ortomosaicos de mayor resolución que las ortoimágenes que ofrece la propia ESRI como mapa base y modelos 3D de gran calidad, que se publicarán en un Webmap y en un visor 3D.

Se procede así a establecer una metodología que permita a terceros usuarios acceder a los resultados obtenidos, tanto para visualización como para edición.



10.1 WebMap

El parque dispone de licencia de Arcgis Online incluida en la licencia de ArcGIS Desktop, así como los Webmaps corporativos se han realizado en esta plataforma, de manera que ésta será la plataforma de referencia para compartir contenido.

El objetivo es tener un Webmap de acceso público para el usuario que acceda vía web. Al mismo tiempo estará vinculado con un Webmap privado del consorcio con el que se habilitará la edición.

El contenido ya presente en ArcGIS Online (Figura 29) del parque está organizado en carpetas, tal y como se propuso durante el proyecto del curso 2017-2018 realizado por Ignacio Miralles, junto

con el directorio “collserolaon”, destino por defecto de los archivos que se suben directamente desde ArcMap (apartado “Mi contenido de AGOL”).

Se ha procedido a crear la carpeta “Dron” a la que se le irán añadiendo los archivos que en un primer momento van a “collserolaon” (Figura 29)

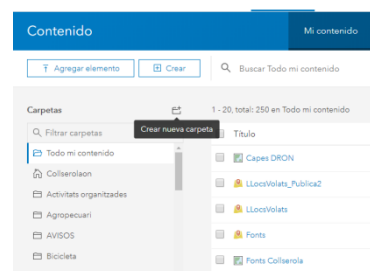


Figura 29 Contenido WebMap

Se han creado los siguientes elementos:

- Carpeta: Dron
- Capas: LlocsVolats_Pública (Pública) / LlocsVolats (Privada) (es una capa de puntos que se ha creado ya que permite visualizar los elementos en el mapa de forma más visual y muestra la información del vuelo deseada (Dron utilizado, lugar y fecha del vuelo) al clicar el icono)
- Web map: Capes Dron (Público) / Edit Dron (Vista privada)
- Web mapping application: Web Equipaments

10.1.1 Exportación archivos a ArcGis Online

ArcGis Online permite, una vez creada la carpeta Dron, cargar elementos de diferentes maneras: desde nuestro equipo, una web, desde la nube o desde una aplicación, así como podemos subirlos directamente desde ArcGis Desktop, que será la opción que se utilizará.

Debido a las restricciones de peso que tiene la licencia de AGOL del parque (2000 créditos), se probarán los diferentes formatos compatibles para no comprometer el espacio disponible obteniendo la mayor calidad: TIFF, JPEG y KML.

Se trata de un proceso teóricamente sencillo, pero en el que las restricciones de ArcGis Online han comportado una serie de problemas ya que la mayor parte de los formatos presentan limitaciones que hacen que no sean adecuados para ser publicados (Tabla 1).

Tabla 1 Características de los formatos de imagen compatibles con ArcGis Online

| FORMATO | PESO | ESCALA | RESOLUCIÓN |
|-----------------|------------|------------|------------|
| TIFF/JPEG | Sin límite | 1:1128 | X |
| KML | 10MB | Sin limite | X |
| CAPA DE TESELAS | Sin límite | Sin límite | OK |

Así, si se publica directamente el JPG o TIFF, la escala más grande permitida es 1:1128, además de tener un peso excesivo, de manera que, al no poder visualizar el ortomosaico en escalas grandes, no pueden observarse los detalles ni apreciarse la mayor resolución de la imagen.

En formato KML, no presenta problemas de visualización de escalas, pero hay una limitación de peso de 10mb, que, en caso de adaptar el KML al peso permitido, muestra una calidad muy inferior al archivo original y la capa base ya existente.

Finalmente, si se publica como servicio de Tile Mapping, éste permite un mayor número de escalas (aumenta del nivel 19 al 23(escala 1:1128 hasta la escala 1:70)). Se recomienda poner escalas 16 a 23.

Una vez establecido el formato adecuado, las imágenes exportadas desde Agisoft Metashape presentan un fondo blanco o negro, que deberán ponerse transparentes en ArcGis Online antes de publicar el ortomosaico como servicio, que deberán realizarse en formato TIFF ya que en JPG dejan un contorno negro que no se puede eliminar.

Para poner el fondo transparente, deberán modificarse los valores RGB de la imagen (255,255,255 en el caso de que sea un fondo blanco; 0,0,0 en un fondo negro) y marcar como simbolización transparente.

Por cuestiones de espacio, se recomienda eliminar el TIFF una vez publicado ya que desde Agisoft se exportan dos imágenes JPG y TIFF, y ésta última solo se emplea para publicar en ArcGis Online.

El procedimiento para publicar desde ArcGis Desktop es el siguiente:

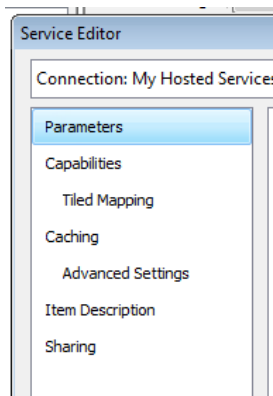


Figura 30 Menú publicación contenido en ArcGis Online desde ArcGis

1. Iniciar sesión con la cuenta de ArcGis Online (File>Sign in)
2. Compartir el mapa como servicio (File>Share as>Service>Publish a service)
3. Seleccionar la conexión del CPNSC y añadir el nombre de la capa
4. Seleccionar capabilities (Escoger Tile mapping)
5. Seleccionar caché, donde seleccionaremos la escala a la que se quiere que sea visible la imagen (Escala 16 a 23)
6. Rellenar Item description
7. Verificar errores
8. Publicar

Una vez publicadas las imágenes, se alojan en la carpeta “collserolaon” y se mueven a la carpeta Dron.

En la carpeta Dron se ha creado el Webmap “Capes Dron”, al que se le añaden, a parte de los ortomosaicos, las siguientes capas en formato SHP:

- Límit Parc de Collserola
- Equipaments CPNSC (Listado de equipamientos del parque)
- Llocs volats (muestra la informació de lugar, dron y fecha de vuelo)

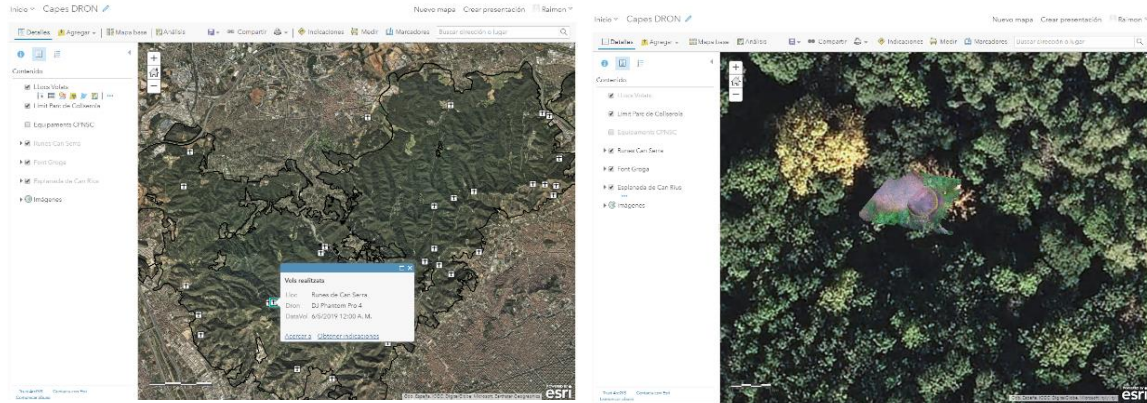


Figura 31 Vista general y detallada del Webmap

Se ha jugado con las escalas para que desaparezca el icono de los vuelos realizados cuando parezca la imagen. Se puede apreciar la diferencia de detalle con el mapa base (Figura 31).

10.2 Edición

Se publican los ortomosaicos generados con Agisoft Metashape permitiendo la edición con terceros usuarios del parque con el objetivo de que usuarios sin conocimientos ni herramientas de SIG puedan editar geometrías o añadir elementos en el Webmap.

Esto se ha propuesto desde dos vías:

- En el propio Webmap habilitando la herramienta de edición
- Creando un Webmapping application con webappbuilder for arcgis

WEBMAP

En el Webmap, se ha tenido que crear una vista y hacer un duplicado de la capa *equipaments* CPNSC y de la capa *llocs volats*, ya que AGOL no permite diferentes restricciones de privacidad.

Así, *Capes Dron* y *LlocsVolats_Pública* estarán abiertas al público y en *Edit Dron* y *LlocsVolats* los equipamientos y vuelos están autorizados a editarse y por lo tanto, será de carácter privado.

Llocs volats se actualiza automáticamente con su vista, pero en el caso de *Edit Dron* habrá que añadir al Webmap las imágenes al mismo tiempo que en *Capes Dron*.

Inicio ▾ Equipaments CPNSC

Nuevo mapa ▾ Raimon ▾

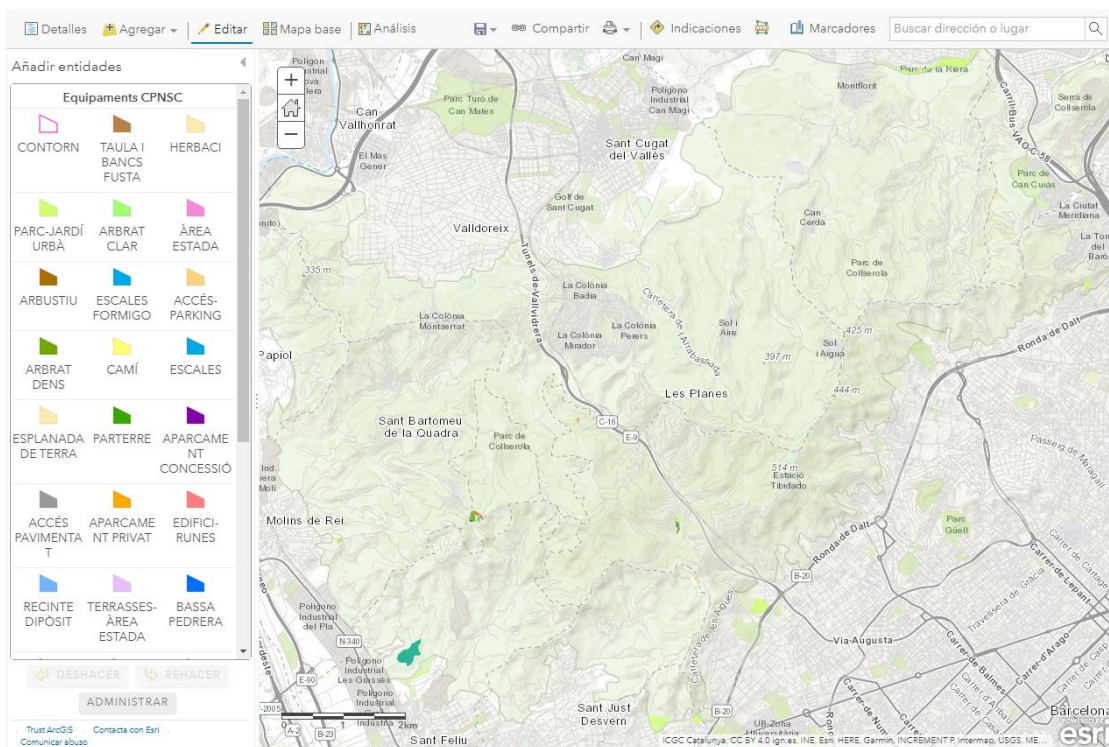


Figura 32 Interfaz Webmap edición

Esta edición sin embargo solo permite tareas extremadamente sencillas como añadir entidades, en este caso polígonos, es decir sólo permite añadir la geometría de la capa.

WEBAPP

Como la edición en el Webmap es demasiado simple se ha optado por realizar un Webapp algo más avanzado dentro de las posibilidades de ArcGIS Online, que pese a ser igualmente simple, al no ser el público objetivo entendido en SIG es más que suficiente. Esta aplicación permite añadir nuevas geometrías, combinar o cortar geometrías ya existentes, añadir datos y capas, etc.

Se realiza a partir de la capa *Capes Dron*: Información general > crear aplicación web > Usar web app builder (Figura 33).

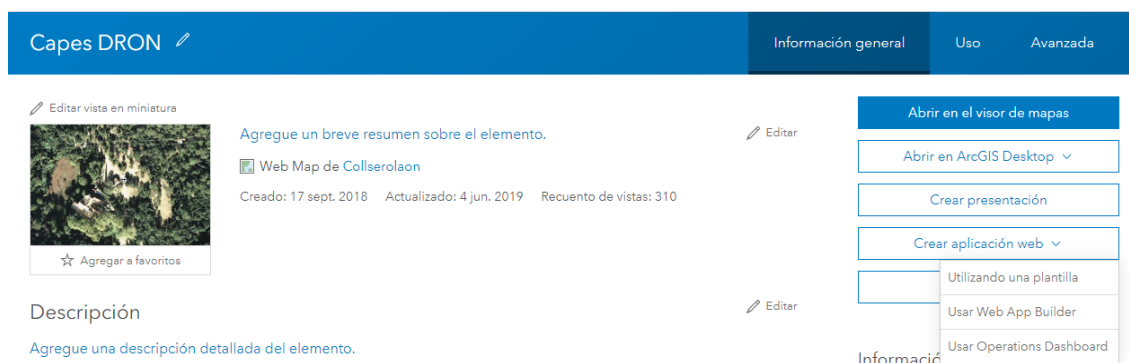


Figura 33 Creación Webapp

Se le han añadido los siguientes widgets:

- Leyenda
- Lista de capas
- Medición
- Buscador
- Seleccionar
- Editar
- Añadir datos

La edición permite:

- Fusionar
- Cortar
- Cambiar de forma
- Habilitar deshacer/rehacer

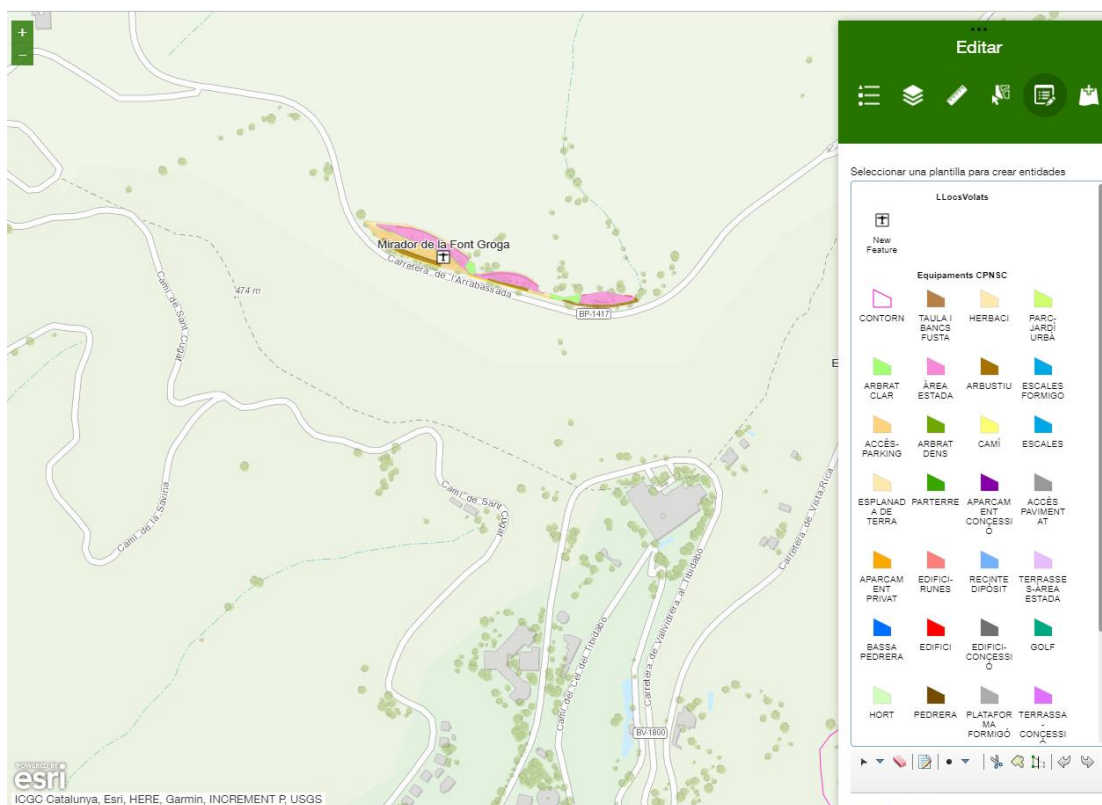


Figura 34 Interfaz edición WebApp

10.3 Visores 3D

SKECTHFAB

Skecthfab es una plataforma web que permite visualizar el modelo 3D producido en Agisoft Metashape en un visor 3D. Permite, gratuitamente 2gb de almacenamiento y un tamaño máximo de 50mb por modelo 3D.

Para ello, se debe:

- Registrarse en la web
- Obtener API
- Publicar modelo 3D (Desde Agisoft Metashape: Archivo > Publicar Datos > Insertar API > Publicar)

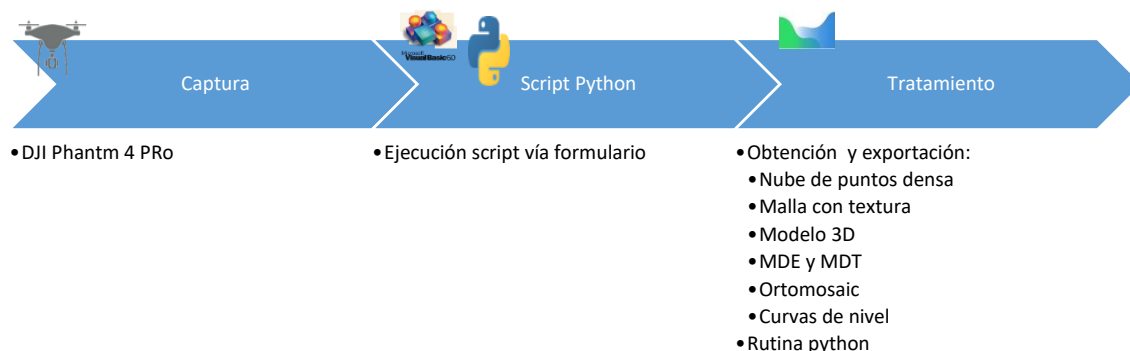
Como no todos los vuelos serán de interés para ser compartidos, se considera suficiente almacenamiento. Es importante destacar que al ser servicios gratuitos esto está condicionado a que el CPNSC permita que sean compartidos.

Ha sido uno de los pocos procesos que no ha podido automatizarse en el script realizado mediante Python. Sin embargo, es de esperar que en futuras actualizaciones del software hayan posibilitado esta automatización, pero debido a su rapidez y facilidad de uso no provoca un gran inconveniente, y ya que no todos los modelos 3D generados son susceptibles de ser de interés para el visitante a la web del parque, se aconseja no automatizar el proceso en un futuro, aunque hayan habilitado la opción.



Figura 35 Skecthfab

11. Desarrollo formulario frmVolDron – Integración SIG CPNSC



El propósito del formulario es gestionar la base de datos de los vuelos realizados con el dron por el CPNSC, procesar los vuelos mediante scripts desarrollados en Python que ejecuten el flujo de trabajo de Agisoft Metashape, e informar de las estructuras de datos obtenidas una vez realizado el proceso de cada vuelo.

El desarrollo del formulario se ha integrado dentro de la aplicación de *Gestió d'Equipaments* del CPNSC (Figura X), ya que la mayor parte de las tareas otorgadas al piloto acreditado del parque ha sido la de volar todos los lugares del parque donde el CPNSC realiza tareas de mantenimiento, limpieza, obras.... Estos elementos están



Figura 36 Aplicación Gestió d'Equipaments

descritos en la base de datos de Acces que gestiona la aplicación, pero los vuelos no estaban vinculados ni mantenían la estructura de la BD del parque.

Así, se ha optado por redefinir la Base de datos en un Acces que se ha integrado con Visual Basic y se ha programado la aplicación con Visual Basic de manera que las nuevas incorporaciones se hagan de manera ordenada, acorde a las necesidades y metodologías establecidas. De esta manera, se establece una jerarquía de acceso por parte de determinados usuarios que podrán acceder a la aplicación, añadir vuelos o modificarlos, siempre con unas directrices definidas.

En el formulario principal de la aplicación (Figura X), en el inventario de equipamientos del parque, se han añadido dos nuevos botones en rojo, que permiten:

- Acceder a los datos del vuelo
- Vincular con alguno de los elementos que forma el inventario

Cens Equipaments del Consorci del Parc de Collserola

Equipaments Elements Inversions Maneniment Reposicions Imatges-Fotos

Inventari d'Equipaments

Varis Fitxes

Nº Parte MN

130
131
132
133
134
135
137
138
139
140
141

Consultes

Taules ?

Codis

A.01
A.02
A.03
A.04
A.05
AA.01
B.01
C.01
D.01
E.01
E.02
E.03
E.04
E.05
E.06
E.07
E.08
F.01
F.02
F.03
F.04

ÀREA DE LLEURE PARC DE VALLVIDRERA

ÀREA DE LLEURE LA SALUT DE SANT FELIU
ÀREA DE LLEURE SANTA CREU D'OLORDA
ÀREA DE LLEURE CAN COLL
ÀREA DE LLEURE SANT PERE MÀRTIR
TREBALLS DIVERSOS MN
BASSES HELICÒPTERS BOMBARDERS
CAMPS DE CONREUS
DIPÒSITS D'AIGUA, TUBERIA I HIDRANTS
CENTRE D'INFORMACIÓ DEL PARC DE COLLSERO
CENTRE D'EDUCACIÓ AMBIENTAL DE CAN COLL
CENTRE D'EDUCACIÓ AMBIENTAL DE MAS PINS
ESTACIÓ BIOLÒGICA DE CAN BALASC
EDIFICI VISTA RICA
VIVER DE CAN BORNÍ
CAN FERRIOL

Elements de l'Equipament

ÀREA DE LLEURE PARC DE VALLVIDRERA

Nº Elements 8 Descripció Equipament

Gran àmbit d'estada i de passeig que inclou la Seu del Centre d'Informació i dels Serveis Tècnics del Parc de Collserola (E.01), la Vila Joana, seu del Museu Verdaguier i els seus voltants (A.01-A i A.01-B), l'àrea de Santa Maria de Vallvidrera que inclou l'església parroquial de

ÀREA DE VIL LA JOANA
ENTORNS MUSEU VERDAGUER
ÀREA DE SANTA MARIA DE VALLVIDRERA
RESTAURANT DE SANTA MARIA DE VALLVIDRERA/
PASSEJADES A L'ENTORN DE SANTA MARIA DE V
ÀREA DEL PANTÀ DE VALLVIDRERA

Afegir 1 de: 99 Borrar

EQUIPAMENT Seleccionat Detall Costos/EQUIPAMENT IMATGES

TOTAL Costos Registrats (€)

Inversions 2.823.910,02
Reposicions 0,00
Maneniment PD 1.833,01
Maneniment MN 225.967,68
Neteja 22.642,45
Vigilància 0,00
Total 3.074.353,16

CODI

ID 8 A.01 Nom Complet

ÀREA DE LLEURE PARC DE VALLVIDRERA

Codi de Tipus i Tipus 2 Àrees de Lleure

Superfície TOTAL EQUIPAMENT-m2 155.000,00

Taula de Tipus d'Equipaments Definits

Equipaments
Àrees de Lleure
Àrees d'Estada
Fonts
Miradors
Portes de Parc
Vores de Carretera
Itineraris
Dipòsits Aigua
Basess Helicòpters
Torres de Guaita
Treballs Forestals
Ajuts Fauna
Campos de Conreus

VOLS REALITZATS AMB DRON ☐ Veure vol ->

Cartografia No incorporada..

13/06/2019 12:21 Equipament: A.01: ÀREA DE LLEURE PARC DE VALLVIDRERA ☐ Fitxes = Any en Curs

Figura 37 Formulario principal de la aplicaci3n

Así mismo, se ha habilitado la opci3n desde el inventario de equipamientos que, una vez seleccionado uno de ellos, el programa busque en la carpeta raíz si el equipamiento dispone fotos, con lo que permite visualizar sobre la cartografía los vuelos procesados.

Este nuevo formulario permite registrar los nuevos vuelos realizados, consultar datos completos de todos ellos y se han ańadido permisos de usuarios diferenciados segun las tareas que tengan asignadas cada uno de ellos respecto la gesti3n de datos del dron y el SIG corporativo.

11.1 Requerimientos formulario FrmVolsDron

Se detallan los requerimientos que desde el parque se han considerado necesarios para la realización del formulario. Éste, se ha ido modificando conforme avanzaba el proyecto, añadiendo nuevas funcionalidades y perfilando la idea inicial de desarrollo.

1. Convertir los datos del Excel donde el piloto del dron anotaba los vuelos realizados arbitrariamente, en una nueva tabla Accés de equipamientos. Así, los datos son accesibles a cualquier usuario de la red interna del parque, con una organización adecuada que permita vincular con la BD del parque

2. Facilitar la edición de los registros de la tabla de vuelos:

Añadir nuevos vuelos

Borrar vuelos

Permitir mantenimiento y consulta de atributos individualizados a nivel de registro

3. El acceso a la tabla y la edición de los registros se resuelve mediante VB 6.0 y la inclusión al formulario de controles estándar COM de tipo combobox, listbox y textbox, con enlace a atributos de la tabla definida, mediante objetos Microsoft DAO y/o ADO

4. La edición de la mayoría de los atributos de la tabla de los vuelos (Piloto, copiloto, municipio, promotor, tipología del vuelo, dron, batería...) se realiza con controles desplegables que admitirán, por una banda entrar nuevos valores al mismo tiempo que permita escoger dentro de un listado con valores únicos ya introducidos, reduciendo la posibilidad de errores en la nomenclatura

Esto debe resolverse mediante cláusulas tipo *"Select distinct [Atribut] from [VolsDRon] order by [Atribut]"*, es decir, con la definición de recordsets específicos para cada atributo desplegable. Al activarse el formulario y al entrar un nuevo vuelo se tienen que refrescar los listados con valores únicos

5. En función del usuario que ejecuta el formulario frmVolsDron, es necesario asignar permisos diferenciados de acceso a la funcionalidad prevista del formulario:

- Todos los usuarios de la red informática puedan ver los vuelos realizados, el estado de procesamiento y los datos gráficos obtenidos
- Solo los pilotos acreditados puedan añadir nuevos vuelos a la base de datos, indicando las características de los mismos: Fecha, hora inicial, hora final, duración, localización, promotor, motivos, dron utilizado, baterías consumidas... y, por tanto, editar la parte de los atributos de la tabla VolsDron que le son específicos.
- Los usuarios Admin y Central de Prevenció d'Incendis puedan indicar la carpeta de la red informática en la que el piloto ha copiado las imágenes del vuelo y ejecutar los scripts de Python desarrollados para el proceso del vuelo.

6. Organizar los controles del formulario en base a objetos contenedores de controles de tipo Frame, de forma que se facilite la diferenciación de los permisos de acceso a cada control según el usuario.

7. Resolver la ejecución de los scripts de Python (Agisoft Photoscan/Metashape) desde el mismo formulario, mediante el CommandButton “Processar VOL”

8. Una vez realizado el tratamiento del vuelo a través del comando que ejecuta el script de Python, el formulario tiene que detectar aquellas estructuras de datos obtenidas del procesamiento que se habrán generado como subproducto en la subcarpeta \Export de la carpeta que contiene las imágenes del vuelo, y editar valores (verdadero/falso) para el registro seleccionado en función de la presencia o ausencia en disco de las mismas. El tipo de subproducto que se debe detectar para un vuelo determinado es el siguiente:

- Path de la carpeta que contiene las imágenes del vuelo procesado
- Nombre del proyecto Photoscan o Metashape, fecha de procesamiento
- mosaicorto.jpg: ortofoto para ser cargada con el control MapObjects en el entorno VB
- mosaicorto.tif: ortofoto para ser cargada en ArcGis Desktop y ArcGis Online
- MDE: imagen con el modelo de elevaciones del terreno resultante
- Shapes: ficheros shape resultantes de las exportaciones de curvas de nivel o otras formas mediante Photoscan o Metashape
- LAS: fichero resultante de la clasificación de las tipologías del terreno a partir de la nube densa de puntos
- Informe del vuelo: informe pdf estandarizado con las condiciones del procesamiento del vuelo en el momento de realizarse
- WEB: indica si el vuelo ha sido transferido al WebMap con los vuelos realizados por el CNPSC

Esta comprobación de la existencia de subproductos del vuelo es reutilizada para facilitar la carga de estas en los formularios de consulta cartográfica que dispone la aplicación de *Gestió d'Equipaments*, formularios que disponen de un control ESRI MapObjects que permiten la carga de imágenes y shapes establecidos.

Una vez finalizado el proyecto, se dará por cerrado el formulario, a la espera de formar a los usuarios implicados en la metodología de trabajo.

11.2 La funcionalidad “Processar Vol”

Uno de los requerimientos del formulario es permitir que determinados usuarios del CPNSC puedan realizar el procesamiento de los vuelos realizados por los pilotos mediante el flujo de trabajo previsto por el software Metashape/Photoscan.

Esta funcionalidad implica la selección desde FrmVolsDron de la carpeta de la red donde el piloto ha copiado un determinado vuelo y ejecutar, mediante un archivo de tipo BAT uno de los dos programas, y una vez se haya abierto, ejecutar el flujo de trabajo establecido mediante el script de Python.

Esta operativa se ha realizado de la siguiente manera con el objetivo de:

- Minimizar la intervención del usuario en la fijación de los numerosos parámetros variables de los que dispone el programa y que intervienen en las diferentes fases del proceso hasta completar el tratamiento final de las imágenes

- Asegurar que todos los vuelos procesados se han realizado siguiendo la misma metodología y que las estructuras de datos resultantes se encuentran normalizadas y en ubicaciones de la red que facilitará el desarrollo de rutinas para gestionarlas en el marco de la aplicación de gestión de expedientes, de incendios o de otras aplicaciones a parte de la de equipamientos que puedan hacer uso de los datos obtenidos con los vuelos realizados con el dron

11.3 Uso de Archivo BAT

Agisoft Photoscan/Metashape permite automatizar el proceso de dos maneras: mediante un procedimiento Batch, a partir de su propio asistente (Flujo de trabajo > Proceso por lotes) o ejecutando un script de Python des del menú de herramientas (Herramientas > Ejecutar secuencia de comandos). En ambos casos se requiere la intervención activa del usuario, tanto para abrir el programa como para ejecutar la orden, aspecto que des del parque se quiere evitar.

Se realizó un análisis de las prestaciones de ambos métodos, para decidir cuál de los dos procesos de automatización era el más indicado para las necesidades del CPNSC.

El proceso Batch que proporciona el propio programa permite automatizar la mayor parte de los procesos, de manera sencilla siguiendo las indicaciones del programa. Sin embargo, se hace necesario iniciar el programa, cargar manualmente las imágenes, así como ejecutar el archivo .bat.

La realización del script con Python requiere un proceso de aprendizaje mayor, pero una vez realizado, es más flexible y permite una automatización y parametrización mayor.

El análisis de ambas prestaciones ha constatado como el método de ejecutar scripts Python es más flexible respecto a determinados parámetros del flujo de trabajo o de la definición de variables globales y del entorno que intervienen en el proceso, por lo cual, se abandonó la metodología Batch empleada hasta el momento en beneficio de Python.

Para minimizar la intervención del usuario, se ha optado por realizar la comunicación entre Visual Basic y Agisoft Photoscan/Metashape mediante un archivo de tipo BAT, que permite ejecutar el script sin necesidad de abrir el programa.

La documentación técnica descrita en el blog de Agisoft, avisa del problema en la ejecución, tanto de Photoscan como de Metashape, des del command line con una orden del tipo 1photoscan.exe – r <scriptname.py>, no se encuentra disponible en las versiones actuales.

En los foros de discusión que la propia Agisoft tiene en su web se encontró la solución con un archivo puente de tipo BAT que realiza las siguiente:

- Arranca las interfícies gráficas de usuario (GUI) respectivas de Photoscan o Metashape
- Indica que el script de inicialización del programa es un fichero temporal que el propio BAT copia en cada petición con destino a la carpeta de inicialización del programa, y que se borra cuando las GUI de los mismos se cierra. Así, si se vuelven a abrir al margen de FrmVolsDron, los programas no ejecutan el script de inicialización puesto no existe ninguno.

Resumiendo, la comunicación entre Visual Basic, Agisoft Photoscan/Metashape y Python se ha resuelto mediante los siguientes componentes:

- El botón “Processar VOL” del formulario FrmVolsDron

```
Private Sub Command3_Click()
If Text11.Text = "" Then
MsgBox "Per executar el SCRIPT PYTHON has de tenir vinculada la carpeta amb fotos"
Exit Sub
End If
Dim carpetaproj As String
Select Case LCase(usuario)
Case Is = "rreventos", "xlago", "uab"
Dim program, batfile As String
Dim exec
'photoscan.exe -r <scriptname.py>
If Option3(0).Value = True Then
program = "C:\Program Files\Agisoft\PhotoScan Pro\photoscan.exe"
batfile = ServidorCPC & "\Aplaview\Equipament" & "\python\Run_PhotoScan_Script.bat"
End If
If Option3(1).Value = True Then
'program = "C:\Program Files\Agisoft\Metashape Pro\metashape.exe"
program = "C:\Program Files (x86)\Agisoft\Metashape Pro\metashape.exe"
batfile = ServidorCPC & "\Aplaview\Equipament" & "\python\Run_MetaShape_Script.bat"
End If
If Dir(program, vbArchive) <> "" Then
'batfile = "C:\Equipament\progs\python\Run_PhotoScan_Script.bat"
If Dir(batfile, vbArchive) <> "" Then
carpetaproj = InputBox("Copia la Carpeta", "Carpeta del Projecte...", Text11.Text)
If carpetaproj = "" Then
MsgBox "No has seleccionat cap Carpeta amb Fotos a analitzar..."
Exit Sub
Else
Text4.Text = "Voldron.psx"
Text5.Text = Now
Combo1.Text = usuario
Combo8.Text = "VOL PROCESSAT-ANALITZAR"
exec = Shell(batfile, vbNormalFocus)
End If
Else
MsgBox batfile & vbCrLf & "Software No trobat"
End If
Else
MsgBox program & vbCrLf & "Software No trobat"
End If
Case Else
MsgBox "No tens permisos per executar aquesta opció..."
End Select
End Sub
```

- El fichero BAT: Run_Photoscan_Script.bat y Run_Metashape_Script.bat, que en la parte operacional (versión Photoscan) tiene la siguiente secuencia:

```
:: Copy the input script file to PhotoScan scripts folder
echo Copying script file to PhotoScan Script folder...
copy "C:\Equipament\progs\python\TempScript.py" "%LOCALAPPDATA%\Agisoft\PhotoScan Pro\scripts\TempScript.py" /Y
:: %1
:: Run PhotoScan and wait until it is closed
echo PhotoScan is started.
echo Waiting for PhotoScan to close... (you might need to do it manually)
call "c:\Program Files\Agisoft\PhotoScan Pro\photoscan.exe"
:: Delete the script file so that it is not run again when user runs next time photoscan normally
echo Deleting the script file in PhotoScan script folder...
del "%LOCALAPPDATA%\Agisoft\PhotoScan Pro\scripts\TempScript.py"
:: closes the cmd window
Exit
```

- El archivo Python: TeamScript.py

Ficheros de inicialización tanto para Photoscan como para Metashape, con la secuencia completa del tratamiento del vuelo seleccionado.

Al ejecutarse, el usuario solo debe indicar como variables globales:

- Carpeta a ejecutar
- Subcarpeta que contiene las imágenes
- Nombre del proyecto

El código del formulario y el Script de Python se encuentran en el anexo.

Con el formulario plenamente operativo, se encuentran los vuelos realizados desde el año 2018 cargados en la aplicación del CPNSC. Los procedimientos establecidos tanto en Metashape como en Photoscan para el tratamiento de los vuelos también están operativos para ser ejecutados desde la aplicación de *Gestió d'Equipaments* a través del nuevo formulario frmVolsDron.

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la experimentación realizada con los vuelos ha arrojado la conveniencia de segmentar el script de Python en dos partes para asegurar una mayor precisión en las estructuras de datos resultantes:

- La carga de imágenes, alineación y su posterior georreferenciación, deberán realizarse con intervención del usuario
- El resto del flujo de trabajo previsto hasta el tratamiento completo del vuelo de forma totalmente automatizada

Esta segmentación no podrá realizarse sino se han tomado puntos de control y sus coordenadas correspondientes durante la realización del vuelo, de manera que se mantiene a la espera de cambios en la planificación de los vuelos para ponerse en marcha.

11.4 Visualización

El producto resultante ofrece las siguientes opciones de visualización:

- Visualización cartográfica

Esta opción permite visualizar la cartografía de los vuelos ya realizados, realizando cálculos, editando geometrías y siendo posible visualizar con otra base cartográfica, a partir de la selección de los equipamientos deseados y, en el caso de que tenga el vuelo procesado, cargar la cartografía:

Al seleccionar el *Inventari Manteniment-d'Equipaments*, en la página principal (Figura 36), se abre el *Inventari d'Equipaments*, y, al seleccionar un equipamiento, si éste contiene una carpeta con imágenes, la aplicación mostrará esta carpeta en el recuadro inferior y habilitará el botón *Veure vol* (Figura 39). Al clicarlo, se le preguntará al usuario si desea ver la cartografía, abriéndose el mapa en caso afirmativo (Figura 40). Al mapa se le pueden añadir entre otros, ortofotos o bases topográficas ya definidas de otros proyectos en las que está habilitada la opción de crear geometrías y realizar cálculos simples (medir perímetros, áreas, crear líneas y polígonos y zoom).

Figura 39 Formulario Equipaments

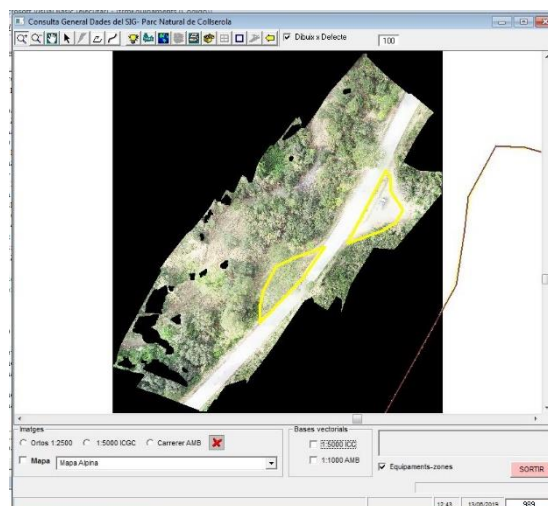


Figura 40 Visualización cartogràfica

- Acceder a los datos de los vuelos realizados con dron

La otra opción de ver los vuelos es clicando en “VOLS REALITZATS AMB DRON” (Figura XX), que nos muestra los datos del cada uno de los vuelos realizados, de carácter informativo, vinculada a la BD del parque. Para ello, se debe clicar en los vuelos realizados con dron con el que podremos ver los datos en profundidad de cada proyecto y de todos los proyectos realizados (Figura 41)

Figura 41 Interfaz Vols realitzats amb dron

Con una tabla con los vuelos realizados (Figura 42) y un mapa en el que se situará el ortomosaico y que permite hacer zoom con una base topográfica, para contextualizar el elemento (Figura 43)

Dades Vol permite, además de visualizar la información de cada uno de los vuelos, procesarlos directamente, al estar vinculadas con un script mediante un archivo BAT y utilizando el programa deseado.

<

Figura 41 Taula de vols realitzats

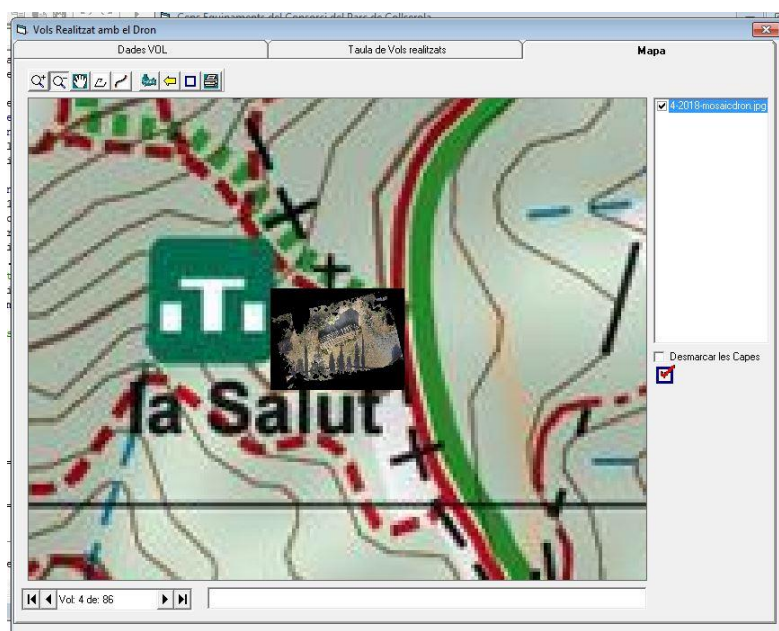


Figura 42 Mapa de vols realitzats

Esta pestaña (Figura 41) contiene permisos de privacidad según el usuario que acceda a ellas: el técnico SIG (Raimon Reventós), los pilotos acreditados (Jordi Piera), el encargado de procesar los vuelos (Xavi Lago) y el resto de usuarios.

12. Futuras ampliaciones

Las posibilidades que ofrece el uso de drones para la gestión interna del parque están todavía por explorar y es de esperar que conforme se estandarice y se afiance el uso de éste para la gestión del parque, se incorporen nuevas funcionalidades, tanto a nivel de gestión interna como en lo referente a los elementos publicados y compartidos con otros usuarios. Al mismo tiempo, las empresas propietarias del software añaden nuevas funcionalidades y mejoran la vinculación con otros softwares de manera periódica.

Algunas de las futuras ampliaciones del proyecto deben realizarse si se quiere obtener un producto satisfactorio, como el uso de puntos de control, y otras como la exportación de los tracks o la publicación de los modelados 3D, son extras que podrían completar el contenido compartido en la web del parque con la población.

Una de las propuestas realizadas a los miembros del parque radica en la necesidad de usar puntos de control durante los vuelos, ya que permitirían tener un producto final fiel a la realidad. Con el producto actual, se hace necesario georreferenciar manualmente los ortomosaicos una vez finalizado el tratamiento de las imágenes en ArcGis, tomando como referencia un MDE y una ortofoto 1:1000 del ICGC, con el que realizarlo manualmente, antes de publicar el ortomosaico en ArcGis Online.

Esta metodología no deja de ser un parche para no desperdiciar los vuelos ya realizados, pero no es el procedimiento adecuado. Con las imágenes georreferenciadas correctamente mediante puntos de control y realizando el proceso en el momento adecuado (después de alinear las fotografías en Agisoft Metashape), no solo se obtendría un producto fiel a la realidad, sino que se podría ampliar el catálogo de productos compartidos con terceros usuarios. Es el caso de las curvas de nivel, el MDE, o, especialmente, en el caso del modelo 3D, que podría usarse como capa en el visor de escenas de ArcGis Online u otras plataformas similares como Melown Cloud. Actualmente los modelados 3D no pueden compartirse en un entorno como el de ArcGis Online debido a los problemas de georreferenciación (especialmente en altura, ya que si bien en planimetría el error es “asumible” en casos donde solo se busca la visualización del producto) en altura los errores son insalvables para una correcta publicación. Una vez se hayan georreferenciado correctamente todos los vuelos procesados sería posible exportar las imágenes 3d obtenidas en formato .slpk, exportable a ArcGis online como scene layer package con el que colocar la escena 3D en un mapa base online de la misma manera que el Webmap con los ortomosaicos.

Otro producto que por cuestiones de tiempo no se ha podido pulir es la clasificación automática de puntos, una nueva funcionalidad que ha incorporado Agisoft Metashape en su nueva versión y que requiere un tratamiento más manual, posiblemente compaginando con otros programas. Se entiende que no será interesante usarlo en todos los vuelos, pero puede ser útil para realizar cálculos de volúmenes según categorías en algunos proyectos, entre otros. El script realiza esta clasificación automática, no así su exportación debido a su elevado peso y a su falta de usabilidad actual.

13. Conclusiones

La adquisición del dron por parte del CPNSC a principios de 2018, con el objetivo de mejorar la gestión de los equipamientos del parque, presentaba una serie de problemáticas que no se habían resuelto. Así, la compra del dron no había venido acompañada de un análisis previo de las necesidades del parque ni de las herramientas necesarias para la obtención de los productos, ni se había establecido una metodología adecuada para determinar tanto el flujo de trabajo, como los usuarios implicados y la integración en el SIG del propio CPNSC, ocasionando un tratamiento inadecuado en las diferentes partes del proceso, arrastrando problemas de cada parte del proceso perjudicando la calidad del producto final.

El proyecto ha permitido realizar estos análisis y establecer la metodología necesaria para que el uso del dron proporcione los resultados esperados. Gracias a la variedad de tareas específicas necesarias para cumplir el objetivo principal, se ha conseguido aplicar en un proyecto real la mayor parte de los conocimientos teóricos adquiridos durante el máster referentes a fotogrametría, base de datos y SIG, así como nuevos conocimientos en programación y herramientas desconocidas hasta la fecha: programación en Visual Basic y Python, software de tratamiento de imágenes y la publicación de contenidos en plataformas online.

En primer lugar, el análisis de necesidades ha evidenciado la necesidad de adaptarse a las características del parque, especialmente a las limitaciones presupuestarias que hacen que el primer análisis consista en establecer el software más adecuado para ello. La búsqueda del programa ha condicionado el tiempo disponible para realizar el resto del proyecto, ya que se trata de un proceso lento (comparación entre softwares, comparación entre los diferentes parámetros de cada proceso...), pero necesario para encontrar alternativas que se adecuen a la institución, contribuyendo así a una mayor eficiencia del uso del dinero público.

Se han analizado dos softwares de tratamiento de imágenes: Agisoft Photoscan/Metashape y Pix4D Mapper. Los resultados constatan que Agisoft Metashape presenta características que hacen que sea el que se recomienda adquirir la licencia según las necesidades del parque: menor precio (3990€ vs 3091€), compatibilidad con los programas que ya dispone el parque, facilidad para publicar datos (ArcGis Online, Sketchfab, Melown Cloud...), mejor calidad en ortofoto y nube de puntos, mayor parametrización, menos errores en las pruebas realizadas y automatización mediante scripts integrándose en el SIG del parque.

Una vez escogido el software, la automatización de todo el flujo de trabajo y la integración con el SIG del CPNSC con la que se consigue una mayor eficiencia, se establece la jerarquía de los usuarios, así como se evitan errores de transcripción y se almacena todo en la misma base de datos es el siguiente paso del proyecto.

Esta integración ha permitido establecer una metodología eficiente: En primer lugar, el piloto, una vez haya realizado el vuelo lo volcará en la unidad correspondiente (J:), con un registro del vuelo integrado en la base de datos. El usuario encargado del proceso del vuelo, con un solo clic en el programa de *Gestió d'Equipaments*, procesará el vuelo con los parámetros establecidos en el script, y, una vez procesado, el resto de los usuarios del CPNSC podrá acceder a los productos obtenidos.

Finalmente, el WebMap realizado permitirá, compartir los ortomosaicos con los usuarios del propio parque y la ciudadanía que acceda a la web, así como permitirá editar contenido a los usuarios habilitados para ello.

En definitiva, se ha analizado las necesidades que plantea el propio parque, estableciendo el flujo de trabajo para maximizar la eficiencia del proceso, y la metodología de publicación del contenido, integrando todo ello en el SIG del CPNSC.

No obstante, el flujo de trabajo ha revelado una serie de problemáticas que evidencian la necesidad de realizar una mejor planificación que mejore el producto final, como se ha comentado en el capítulo anterior.

De esta manera, la utilización de puntos de control es imprescindible para obtener un producto fiel a la realidad, así como una buena planificación previa es necesaria para evitar distorsiones, artefactos en la imagen, o agujeros en la imagen debido a solapes inadecuados, o, imágenes de mala calidad debido a volar con condiciones meteorológicas adversas (viento, sol...), que hacen que las imágenes queden subexpuestas o trepidadas.

No hay que olvidar que, pese a que el proyecto parte de la búsqueda de automatizar al máximo el proceso, existen procesos que necesitan una mayor intervención por parte del usuario, así como el uso de otros programas para según qué productos (civil 3D, ArcGis...), por lo que deberá contemplarse una menor automatización del proceso adaptándose a las necesidades que vayan surgiendo al propio parque.

Por lo que respecta a los drones, se puede afirmar que su uso tiene un gran potencial, debido a su flexibilidad, calidad y por cuestiones económicas, que permiten realizar proyectos que con herramientas tradicionales serían mucho más costosos. En el caso del CPNSC, el uso del dron permite, a los profesionales del parque (piloto, guardias, jefe de servicio, técnico SIG...) mejorar la eficiencia de la gestión, manteniendo actualizado el inventario de los equipamientos, ajustando a la realidad las hectáreas de terreno las que se les debe realizar mantenimiento, o calculando la afectación de un incendio, con un coste inferior al habitual.

En definitiva, el proyecto, correspondiente al itinerario de gestión del máster, ha gozado de cierta transversalidad e integración de diversos aspectos relacionados con toda la materia presente y estudiada en el máster, de manera que no ha estado centrado en un aspecto concreto sino abarcando un gran abanico de elementos, incluso realizando actuaciones, aunque sin ser el elemento central y de manera complementaria, correspondientes al itinerario de programación, con la realización de un script mediante Python, que automatizase el flujo de trabajo del tratamiento de imágenes y programación con Visual Basic, que integrase todos los proyectos ya realizados con el SIG del parque. Gracias al apoyo del tutor del proyecto en el CPNSC Raimon Reventós, resolviendo los problemas que se han ido sucediendo durante la estancia de prácticas, así como explicando de forma más detallada los aspectos relacionados con la programación ha hecho de la estancia en el CPNSC una estancia satisfactoria.

Sin embargo, esta variedad temática o de objetivos, ha ocasionado que, el no poder centrarse en uno de ellos, no se haya podido profundizar. Una comparativa entre softwares de edición, el diseño de la aplicación o la automatización del flujo de trabajo, son trabajos con la suficiente envergadura como para tratarlos con mayor profundidad y realizar un proyecto de una de estas temáticas. Las exigencias y necesidades del parque, no obstante, no iban en este sentido así que

ha sido necesario adaptarse a sus necesidades, siendo especialmente, la comparativa entre softwares, menos extensa y precisa de lo deseado.

Es importante destacar la presentación que se realizó junto al tutor de las prácticas al resto del equipo al finalizar el proyecto y el periodo de prácticas: estado actual, gestión de los proyectos y necesidades. La presentación culminó en un debate en el que los miembros de las diferentes áreas del parque (guardas, jefe de servicio, topógrafos...), resaltaban la utilidad del dron para mejorar la eficiencia en la gestión de sus áreas, al mismo tiempo que se originaban dudas sobre las necesidades reales del CPNSC. Una vez se ha establecido una metodología de gestión y de trabajo clara, es necesario realizar una adaptación a cada una de las áreas del parque, lo que determinará en gran medida la utilidad del dron. Esta presentación, no planteada inicialmente en el proyecto sino surgida a raíz de la expectación que se había originado entorno al uso del dron, ha sido muy beneficiosa a nivel personal en cuanto a ver como el proyecto que se ha realizado puede ser útil en la gestión del parque, habiendo formado parte de un proyecto profesional con una aplicación real, y ha permitido presentar el proyecto no solo a nivel académico, sino a nivel profesional, con lo que la satisfacción de haber realizado un trabajo adecuado, cumpliendo los objetivos propuestos al inicio y durante las prácticas, siendo la realización de las prácticas plenamente satisfactoria.

Bibliografía

A project from A to Z (2019) Recuperado de <https://support.pix4d.com/hc/en-us/sections/200591049-A-project-from-A-to-Z>

Agisoft Forum (2019). Recuperado de <https://www.agisoft.com/forum/index.php>

Agisoft Metashape User Manual (2019). Recuperado de https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_en.pdf

Bonneval H.:Photogrammetrie Generale. Editions Eyrolles, Paris, 1972.

Metashape Python Reference (2019). Recuperado de https://www.agisoft.com/pdf/metashape_python_api_1_5_2.pdf

Olaya, V. (2012). Sistemas de información geográfica. Recuperado de https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf

Plan Especial de Protección del Medio Natural y del Paisaje del Parque Natural de la Sierra de Collserola (PEPNat) (2019). Recuperado de <https://www.parcnaturalcollserola.cat/es/plan-especial-de-proteccion-del-medio-natural-y-del-paisaje-del-parque-natural-de-la-sierra-de-collserola-pepnat/>

Real Decreto 1036/2017 (2019). Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-15721>

Uso profesional de RPAS (2019). Recuperado de https://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/cias_empresas/trabajos/rpas/uso_profesional/default.aspx

Anexos

SCRIPT PYTHON

```
import os
import re
import sys
import Metashape

# get the photo (.JPG) list in specified folder
def getPhotoList(fotos_path, photoList):
    pattern = '.JPG$'
    for root, dirs, files in os.walk(fotos_path):
        for name in files:
            if re.search(pattern,name):
                cur_path = os.path.join(root, name)
                print (cur_path)
                photoList.append(cur_path)

def MetashapeProcess(fotos_path):
    #Metashape.app.messageBox('hello world! \n')
    Metashape.app.console.clear()

    ## point to current chunk
    #chunk = doc.chunk

    ## add a new chunk

    chunk = doc.addChunk()

    ## set coordinate system
    # - Metashape.CoordinateSystem("EPSG::4612") --> JGD2000
    chunk.crs = Metashape.CoordinateSystem("EPSG::4326")

    #####
    ### get photo list ###
    photoList = []
    getPhotoList(fotos_path, photoList)
    print (photoList)

    #####
    ### add photos ###
    # addPhotos(filenames[, progress])
    # - filenames(list of string) – A list of file paths.

    chunk.addPhotos(photoList)
    doc.save()
    #####
    ### align photos ###
    ## Perform image matching for the chunk frame.
    ##     matchPhotos(accuracy=HighAccuracy,     preselection=NoPreselection,     filter_mask=False,     keypoint_limit=40000,
    tiepoint_limit=4000[, progress])
    ## - Alignment accuracy in [HighestAccuracy, HighAccuracy, MediumAccuracy, LowAccuracy, LowestAccuracy]
    #v - Image pair preselection in [ReferencePreselection, GenericPreselection, NoPreselection]

    chunk.matchPhotos(accuracy=Metashape.HighAccuracy,     preselection=Metashape.ReferencePreselection,     filter_mask=False,
    keypoint_limit=40000, tiepoint_limit=4000)
    chunk.alignCameras()
    doc.save()
    #####
    ### build dense cloud ###
    ## Generate depth maps for the chunk.
    ## buildDenseCloud(quality=MediumQuality, filter=AggressiveFiltering[, cameras], keep_depth=False, reuse_depth=False[, progress])
    ## - Dense point cloud quality in [UltraQuality, HighQuality, MediumQuality, LowQuality, LowestQuality]
    ## - Depth filtering mode in [AggressiveFiltering, ModerateFiltering, MildFiltering, NoFiltering]
```

```

chunk.buildDepthMaps(quality=Metashape.HighQuality, filter=Metashape.AggressiveFiltering)
chunk.buildDenseCloud(point_colors = True)
chunk.dense_cloud.classifyPoints()

doc.save()
#####
### build mesh ###
## Generate model for the chunk frame.
## buildModel(surface=Arbitrary, interpolation=EnabledInterpolation, face_count=MediumFaceCount[, source ][, classes][,
progress])
## - Surface type in [Arbitrary, HeightField]
## - Interpolation mode in [EnabledInterpolation, DisabledInterpolation, Extrapolated]
## - Face count in [HighFaceCount, MediumFaceCount, LowFaceCount]
## - Data source in [PointCloudData, DenseCloudData, ModelData, ElevationData]

chunk.buildModel(surface=Metashape.HeightField, interpolation=Metashape.EnabledInterpolation,
face_count=Metashape.HighFaceCount)

#####
### build texture (optional) ###
## Generate uv mapping for the model.
## buildUV(mapping=GenericMapping, count=1[, camera ][, progress])
## - UV mapping mode in [GenericMapping, OrthophotoMapping, AdaptiveOrthophotoMapping, SphericalMapping,
CameraMapping]
##chunk.buildUV(mapping=Metashape.AdaptiveOrthophotoMapping)
## Generate texture for the chunk.
## buildTexture(blending=MosaicBlending, color_correction=False, size=2048[, cameras][, progress])
## - Blending mode in [AverageBlending, MosaicBlending, MinBlending, MaxBlending, DisabledBlending]

chunk.buildUV(mapping=Metashape.GenericMapping)
chunk.buildTexture(blending=Metashape.MosaicBlending, size=4096)
doc.save()
chunk.buildTiledModel(tile_size=256, face_count=32000, reuse_depth=False, ghosting_filter=True)
#####
## save the project before build the DEM and Ortho images
doc.save()

#####
### build DEM (before build dem, you need to save the project into psx) ###
## Build elevation model for the chunk.
## buildDem(source=DenseCloudData, interpolation=EnabledInterpolation[, projection ][, region ][, classes][, progress])
## - Data source in [PointCloudData, DenseCloudData, ModelData, ElevationData]

chunk.buildDem(source=Metashape.DenseCloudData, interpolation=Metashape.EnabledInterpolation, projection=chunk.crs)
doc.save()

#####
## Build orthomosaic for the chunk.
## buildOrthomosaic(surface=ElevationData, blending=MosaicBlending, color_correction=False[, projection ][, region ][, dx ][, dy ][,
progress])
## - Data source in [PointCloudData, DenseCloudData, ModelData, ElevationData]
## - Blending mode in [AverageBlending, MosaicBlending, MinBlending, MaxBlending, DisabledBlending]

chunk.buildOrthomosaic(surface=Metashape.ModelData, blending=Metashape.MosaicBlending, projection=chunk.crs)

#trying to make shift_graphs directory if it does not already exist:

chunk.buildContours()
chunk.exportOrthomosaic(fotos_path + "/export/mosaicdron.tiff", projection=Metashape.CoordinateSystem("EPSG::25831"),
write_kml=True, write_world=True)
chunk.exportOrthomosaic(fotos_path + "/export/mosaicdron.jpg", projection=Metashape.CoordinateSystem("EPSG::25831"),
write_kml=True, write_world=True)
chunk.exportReport(fotos_path + "/export/reportVolDron.pdf")
chunk.exportShapes(fotos_path + "/export/corbesdenivell.shp", projection=Metashape.CoordinateSystem("EPSG::25831"),
polygons_as_polylines=False, export_labels=True, export_attributes=True)
##chunk.exportPoints(folder + "/export/nuvoldepuntsdens.las", projection=Metashape.CoordinateSystem("EPSG::25831"),
binary=True, precision=6, normals=True, colors=True)
doc.save()

```

```
# Show a message to user
app = Metashape.Application()
##app.messageBox("Metashape Activat! Indica Carpeta a Processar i Nom de Projecte")
##folder = app.getExistingDirectory("Selecciona Carpeta del Projecte")
nomprojecte = app.getString("Entra el nom del projecte", 'Voldron')
##print(folder)
##fotos_path = folder + "/fotos"
fotos_path = app.getExistingDirectory("Selecciona Carpeta amb les fotos")
if os.path.exists(fotos_path):
    print(fotos_path + ' existeix...')
else:
    fotos_path = folder
    print('Carpeta Fotos:' + fotos_path)
projecte = nomprojecte + '.psx'
print(projecte)
projecte_doc = fotos_path + "/" + projecte
print(projecte_doc)
## construct the document class
doc = Metashape.Document()
doc.save(projecte_doc)
##rooth_path = fotos_path
#Miro si existeix la carpeta Export i la creo si no
export_path = fotos_path + "/Export"
if os.path.exists(export_path):
    print(export_path + ' existeix...')
else:
    os.mkdir(export_path)
    print('Creat ' + export_path)
MetashapeProcess(fotos_path)
# Close Metashape
app.messageBox("Vol Processat! Es tanca Metashape")
#app.quit()
```

CÓDIGO FORMULARIO

```
Dim arxiuspsx As String
Dim provavariab As Integer
Dim cnn As ADODB.Connection
Dim strcnn As String
Dim rsvol As ADODB.Recordset
Dim rsvoldel As ADODB.Recordset
Dim duracio_vol As Date
Dim lastnumvolany As Integer
Public trlinedron As MapObjects2.Line 'Línia traçada per l'usuari
Public trpolydron As MapObjects2.Polygon 'Polígon traçat per l'usuari
Dim existsexport As Boolean
Dim direxport As String
-----
Private Sub Check11_Click()
If Check11.Value = 1 Then
Dim i As Integer
For i = 0 To Map1.Layers.Count - 1
Select Case Map1.Layers(i).name
Case Is = "Límit PN", "Mapa Alpina"
Map1.Layers(i).Visible = True
Case Else
Map1.Layers(i).Visible = False
End Select
Next i
Map1.Refresh
End If
Check11.Value = 0
End Sub
-----
Private Sub Check12_Click()
```

```

If Check12.Value = 1 Then
    genera_excelinforme
End If
End Sub
-----
Sub genera_excelinforme()
    On Error GoTo linerr
    On Error Resume Next
    Screen.MousePointer = vbHourglass
    Dim nFldType As Integer
    Set excelapp = CreateObject("Excel.application")
    If Dir("C:\equipament\informe_volsDRON_CPNSC.xls", vbNormal) = "" Then
        FileCopy ServidorCPC & "\Aplaview\equipament\plantilla\informes.xls", "C:\equipament\informe_volsDRON_CPNSC.xls"
    End If
    excelapp.Workbooks.Open ("C:\equipament\informe_volsDRON_CPNSC.xls")
    excelapp.Visible = True
    excelapp.DisplayAlerts = False
    Dim file, cols As Integer
    Dim exl As Workbook
    Dim exh As Worksheet
    Dim d As Date
    Dim c, i As Integer
    Dim bol As Variant
    Dim EXR As Range
    VOLSDRON.Recordset.MoveLast
    VOLSDRON.Recordset.MoveFirst
    Dim j As Integer
    j = VOLSDRON.Recordset.Fields.Count
    c = VOLSDRON.Recordset.RecordCount
    Set exl = excelapp.Workbooks(1)
    excelapp.Range("A1:Z10000").Select
    excelapp.Selection.ClearContents
    file = 2
    cols = 1
    Dim val As Double
    For i = 0 To j - 1
        excelapp.Cells(file, cols + 1) = CStr(VOLSDRON.Recordset(i).name)
        cols = cols + 1
    Next i
    file = file + 1
    cols = 1
    While VOLSDRON.Recordset.EOF = False
        For i = 0 To j - 1
            nFldType = VOLSDRON.Recordset.Fields(i).Type
            Select Case nFldType
                Case Is = dbText, dbMemo
                    If IsNull(VOLSDRON.Recordset(i).Value) = False Then
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = VOLSDRON.Recordset(i).Value
                    Else
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = ""
                    End If
                Case Is = dbDate
                    d = VOLSDRON.Recordset(i).Value
                    If IsDate(d) Then
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = VOLSDRON.Recordset(i).Value
                    Else
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = VOLSDRON.Recordset(i).Value
                    End If
                Case Is = dbBoolean
                    bol = VOLSDRON.Recordset(i).Value
                    If bol = True Then
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = "SI"
                    Else
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = "NO"
                    End If
                Case Is = 6, dbInteger, dbDouble, dbLong, 5
                    If IsNull(VOLSDRON.Recordset(i).Value) = False Then
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = VOLSDRON.Recordset(i).Value
                    Else
                        excelapp.Cells(file, cols + 1) = "0"
                    End If
            End Select
        Next i
        file = file + 1
        cols = 1
    End While
End Sub

```

```

End Select
cols = cols + 1
Next i
munipos = 0
VOLSDRON.Recordset.MoveNext
file = file + 1
cols = 1
Wend
MsgBox "Traspàs a EXCEL realitzat..."
excelapp.Visible = True
exl.Save
Set exllibre = excelapp.ActiveWorkbook
Screen.MousePointer = vbDefault
Set excelapp = Nothing
Check12.Value = 0
Exit Sub
linerr:
Showerror
End Sub

```

```

-----
Private Sub Check9_Click()
Dim i As Integer
If Check9.Value = 1 Then
SSTab1.Tab = 1
For i = 0 To Combo7.Count - 1
Combo7(i).Clear
Next i
omplo_combosformulari
Frame3.Visible = True
Else
Frame3.Visible = False
SSTab1.Tab = 0
End If
End Sub

```

```

-----
Private Sub Combo14_Change()
'Option2.Value = False
End Sub

```

```

-----
Private Sub Combo14_Click()
Option2.Value = False
Option2.Value = True
End Sub

```

```

-----
Private Sub Combo14_GotFocus()
Option2.Value = False
End Sub

```

```

-----
Private Sub Command3_Click()
If Text11.Text = "" Then
MsgBox "Per executar el SCRIPT PYTHON has de tenir vinculada la carpeta amb fotos"
Exit Sub
End If
Dim carpetaproj As String
Select Case LCase(usuario)
Case Is = "rreventos", "xlago", "uab"
Dim program, batfile As String
Dim exec
'photoscan.exe -r <scriptname.py>
If Option3(0).Value = True Then
program = "C:\Program Files\Agisoft\PhotoScan Pro\photoscan.exe"
batfile = ServidorCPC & "\Aplaview\Equipament" & "\python\Run_PhotoScan_Script.bat"
End If
If Option3(1).Value = True Then
'program = "C:\Program Files\Agisoft\Metashape Pro\metashape.exe"
program = "C:\Program Files (x86)\Agisoft\Metashape Pro\metashape.exe"
batfile = ServidorCPC & "\Aplaview\Equipament" & "\python\Run_MetaShape_Script.bat"
End If
If Dir(program, vbArchive) <> "" Then
'batfile = "C:\Equipament\progs\python\Run_PhotoScan_Script.bat"

```



```

If Dir(batfile, vbArchive) <> "" Then
    carpetaproj = InputBox("Copia la Carpeta", "Carpeta del Projecte...", Text11.Text)
    If carpetaproj = "" Then
        MsgBox "No has seleccionat cap Carpeta amb Fotos a analitzar..."
        Exit Sub
    Else
        Text4.Text = "Voldron.psx"
        Text5.Text = Now
        Combo1.Text = usuario
        Combo8.Text = "VOL PROCESSAT-ANALITZAR"
        exec = Shell(batfile, vbNormalFocus)
    End If
Else
    MsgBox batfile & vbCrLf & "Software No trobat"
End If
Else
    MsgBox program & vbCrLf & "Software No trobat"
End If
Case Else
    MsgBox "No tens permisos per executar aquesta opció..."
End Select
End Sub

```

```

-----
Private Sub Dir1_Change()
    Dim ipos As String
    File1.path = Dir1.path
    ipos = InStr(1, LCase(Dir1.path), "export", vbTextCompare)
    If ipos = 0 Then File1.Pattern = "*.*)"
    If ipos > 0 Then File1.Pattern = "*.jpg;*.shp;*.las;*.dxf;*.pdf;*.gpx;*.tiff;*.kmz;*.kml"
    File1.Refresh
End Sub

```

```

-----
Private Sub File1_DblClick()
    'Al fer dobleclick sobre alguns dels arxius de la carpeta EXPORT
    'Carrega l'arxiu shp i JPG al Mapa o obre el VIDEO
    Dim ilayerhill As New MapObjects2.ImageLayer
    Dim iposjpg, iposshp, ipostif, iposmp4, iposmov As Integer
    Dim dc As New MapObjects2.DataConnection
    Dim layer As New MapObjects2.MapLayer
    Dim Rect As MapObjects2.Rectangle
    Dim gds As MapObjects2.GeoDataset
    Dim namely As String
    'Video
    iposmp4 = InStr(1, LCase(File1.filename), "mp4", vbTextCompare)
    If iposmp4 > 0 Then
        MsgBox "Reprodueix amb WINDOWS MEDIA l'arxiu: " & File1.filename
        CDlg1.InitDir = Dir1.path
        CDlg1.Filter = "*.mp4"
        CDlg1.ShowOpen
        Exit Sub
    End If
    iposmov = InStr(1, LCase(File1.filename), "mov", vbTextCompare)
    If iposmov > 0 Then
        MsgBox "Reprodueix amb WINDOWS MEDIA l'arxiu: " & File1.filename
        CDlg1.InitDir = Dir1.path
        CDlg1.Filter = "*.mov"
        'CommonDialog1.ShowOpen
        'Dim file As Variant
        'file = CommonDialog1.filename
        CDlg1.ShowOpen
        Exit Sub
    End If
    "imatges Georefernciades
    iposjpg = InStr(1, File1.filename, ".jpg", vbTextCompare)
    If iposjpg > 0 Then
        dc.Database = Dir1.path
        If Not dc.Connect Then
            MsgBox "Manca connexió a " & Dir1.path
            Exit Sub
        Else
            ilayerhill.file = Dir1.path & "\" & File1.filename

```

```

namely = Text1.Text & "-" & Text2.Text & "-" & File1.filename
ilayerhill.name = namely
ilayerhill.Visible = True
ilayerhill.Tag = File1.filename
Map1.Layers.Add ilayerhill
'Map1.Layers.MoveToTop (namely)
Map1.Extent = Map1.Layers(namely).Extent
List1.AddItem namely
End If
End If
'ipostif = InStr(1, File1.filename, "tif", vtextcompare)
'If ipostif > 0 Then
'dc.Database = Dir1.path
'If Not dc.Connect Then
' MsgBox "Manca connexió a " & Dir1.path
'Else
' ilayerhill.file = Dir1.path & "\" & File1.filename
' namely = Text1.Text & "-" & Text2.Text & "-" & File1.filename
' ilayerhill.name = namely
' ilayerhill.Visible = True
' ilayerhill.Tag = File1.filename
' Map1.Layers.Add ilayerhill
' iLayer = Map1.Layers.Count
' Map1.Extent = Map1.Layers(namely).Extent
' List1.AddItem namely
'End If
'End If
iposshp = InStr(1, File1.filename, "shp", vtextcompare)
If iposshp > 0 Then
dc.Database = Dir1.path
If Not dc.Connect Then
  MsgBox "Manca connexió a " & Dir1.path
Else
Set layer = New MapObjects2.MapLayer
Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset(File1.filename)
namely = Text1.Text & "-" & Text2.Text & "-" & File1.filename
layer.name = namely
If layer.ShapeType = moShapeTypePolygon Then
layer.Symbol.SymbolType = moFillSymbol
layer.Symbol.Style = moTransparentFill
layer.Symbol.Outline = True
layer.Symbol.OutlineColor = moRed
layer.Symbol.Size = 2
End If
If layer.ShapeType = moShapeTypeLine Then
layer.Symbol.Style = moSolidLine
layer.Symbol.Color = moBrown
layer.Symbol.Size = 1
End If
layer.Visible = True
layer.Tag = File1.filename
Map1.Layers.Add layer
Map1.Extent = Map1.Layers(namely).Extent
List1.AddItem namely
End If
End If
SSTab1.Tab = 2
End Sub

-----
Private Sub Form_Load()
Dir1.path = pathfotosdron
activar_taula
Combo1.AddItem "jpiera"
Combo1.AddItem "qhernandez"
Combo1.AddItem "uab"
Combo1.AddItem "xlogo"
Combo1.AddItem "rreventos"
Combo8.AddItem "VOL NO PROCESSAT"
Combo8.AddItem "VOL SENSE CARPETA"
Combo8.AddItem "VOL PROCESSAT-CORRECTE"
Combo8.AddItem "VOL PROCESSAT-ANALITZAR"

```

```

Combo8.AddItem "VOL PROCESSAT-BORRAR"
Combo8.AddItem "VOL PROCESSAT-DULPICAT"
Combo8.AddItem "VOL PROCESSAT-REPETIR"
Combo8.AddItem "CONFIRMAR CARPETA FOTOS"
Combo8.AddItem "GEOREFERENCIAR"
For i = 0 To Combo8.listCount - 1
  Combo14.AddItem Combo8.List(i)
Next i
omplo_combosformulari
File1.Visible = True
carrega_map1
Show
permisos_usuari
End Sub

-----
Sub carrega_map1()
Dim dc As New MapObjects2.DataConnection
Dim layer As New MapObjects2.MapLayer
Dim Rect As MapObjects2.Rectangle
Dim gds As MapObjects2.GeoDataset
'Imatge Alpina
dc.Database = discshapes & "\\alpina\Alpina2015"
If Not dc.Connect Then
  MsgBox ConnectErrorMsg(dc.ConnectError), vbCritical, "Connection Error(Alpina)"
Else
  Dim ilayeralp As New MapObjects2.ImageLayer
  ilayeralp.file = discshapes & "\\Alpina\Alpina2015\jpg\Collserola_2015.jpg"
  ilayeralp.name = "Mapa Alpina"
  ilayeralp.Visible = True
  ilayeralp.Tag = ilayeralp.file
  Map1.Layers.Add ilayeralp
End If
'Límit del Parc
dc.Database = discshapes & "\\dades"
If Not dc.Connect Then
  MsgBox ConnectErrorMsg(dc.ConnectError), vbCritical, "Connection Error(Dades)"
Else
  Set layer = New MapObjects2.MapLayer
  Set layer.GeoDataset = dc.FindGeoDataset("limitcpnsc_v2017")
  layer.name = "Límit PN"
  layer.Symbol.Style = moTransparentFill
  layer.Symbol.Outline = True
  layer.Symbol.OutlineColor = moGreen
  layer.Symbol.Size = 2
  layer.Visible = True
  layer.Tag = CStr(dc.Database) & "\\limitcpnsc_v2017" & ".shp"
  Map1.Layers.Add layer
  Map1.Extent = Map1.Layers("Límit PN").Extent
End If
End Sub

-----
Sub omplo_combosformulari()
'Omplim el llistat de Municipis
Combo2.Clear
Combo7(0).Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct Municipi from [VolsDron] order by Municipi"
LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    Combo2.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Municipi").Value
    Combo7(0).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Municipi").Value
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat de Tipologies
Combo3.Clear
Combo7(1).Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct Tipologia_vol from [VolsDron] order by Tipologia_vol"

```

```

LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    Combo3.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Tipologia_vol").Value
    Combo7(1).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Tipologia_vol").Value
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat d'observacions pilot
Combo11.Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct Observacions from [VolsDron] order by Observacions"
LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    If IsNull(LLISTATSDRON.Recordset("Observacions").Value) = False Then
      Combo11.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Observacions").Value
    End If
    'Combo7(1).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Observacions").Value
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat de Pilot
Combo4.Clear
Combo7(2).Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct Pilot from [VolsDron] order by Pilot"
LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    Combo4.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Pilot").Value
    Combo7(2).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Pilot").Value
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat de Copilots
Combo5.Clear
Combo7(3).Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct Copilot from [VolsDron] order by Copilot"
LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    Combo5.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Copilot").Value
    Combo7(3).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Copilot").Value
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat de tasques dels pilots
Combo12.Clear
Combo7(6).Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct Tascapilot from [VolsDron] order by Tascapilot"
LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    Combo12.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Tascapilot").Value
    Combo7(6).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Tascapilot").Value
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat de DRON1
Combo7(4).Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct DRON1 from [VolsDron] order by DRON1"
LLISTATSDRON.Refresh

```

```

If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    If IsNull(LLISTATSDRON.Recordset("DRON1").Value) = False Then
      Combo7(4).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("DRON1").Value
    End If
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat de DRON2
Combo10.Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct DRON2 from [VolsDron] order by DRON2"
LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    If IsNull(LLISTATSDRON.Recordset("DRON2").Value) = False Then
      Combo10.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("DRON2").Value
    End If
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
'Omplim el llistat d'emplaçament
Combo13.Clear
Combo7(5).Clear
LLISTATSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
LLISTATSDRON.RecordSource = "select distinct Lloc from [VolsDron] order by Lloc"
LLISTATSDRON.Refresh
If LLISTATSDRON.Recordset.EOF = False Then
  LLISTATSDRON.Recordset.MoveFirst
  Do Until LLISTATSDRON.Recordset.EOF
    If IsNull(LLISTATSDRON.Recordset("Lloc").Value) = False Then
      Combo13.AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Lloc").Value
      Combo7(5).AddItem LLISTATSDRON.Recordset("Lloc").Value
    End If
    LLISTATSDRON.Recordset.MoveNext
  Loop
End If
End Sub

```

```

Sub permisos_usuari()
  Select Case LCase(usuario)
  Case Is = "rreventos", "uab"
    Frame1.Enabled = True
    Frame2.Enabled = True
    Frame3.Enabled = True
    Command1.Enabled = True
    Command2.Enabled = True
    Command3.Enabled = True
    Image1.Visible = True
    'Dir1.Enabled = True
    Text3.Enabled = True
    Check9.Enabled = True
    Option3(0).Value = True
    Image3.Enabled = True
  Case Is = "xlago"
    Frame1.Enabled = True
    Frame2.Enabled = False
    Frame3.Visible = False
    Command1.Enabled = False
    Command2.Enabled = True
    Command3.Enabled = True
    Image1.Enabled = False
    'Dir1.Enabled = False
    Text3.Enabled = False
    Check9.Enabled = False
    Option3(0).Value = True
    Option3(1).Enabled = False
    Option3(2).Enabled = False
    Image3.Enabled = True
  
```



```

Case Is = "guardes", "jipiera", "qhernandez"
Frame1.Enabled = False
Frame2.Enabled = True
Frame3.Enabled = True
Command1.Enabled = True
Command2.Enabled = True
Command3.Enabled = False
Image1.Visible = True
'Dir1.Enabled = True
Text3.Enabled = True
Check9.Enabled = True
Option3(0).Enabled = False
Option3(1).Enabled = False
Option3(2).Enabled = False
Image3.Enabled = True
Case Else
Frame1.Enabled = False
Frame2.Enabled = False
Frame3.Visible = False
Command1.Enabled = False
Command2.Visible = False
Command3.Visible = False
Image1.Visible = False
'Dir1.Enabled = False
Text3.Enabled = False
Combo1.Enabled = False
Text4.Enabled = False
Text5.Enabled = False
File1.Enabled = False
Check9.Enabled = False
Option3(0).Enabled = False
Option3(1).Enabled = False
Option3(2).Enabled = False
Image3.Enabled = False
End Select
End Sub

-----
Sub activar_taula()
VOLSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
VOLSDRON.RecordSource = "select * from [VolsDron] order by ANYVOL, NUMVOLANY"
VOLSDRON.Refresh
If VOLSDRON.Recordset.EOF = False Then
VOLSDRON.Recordset.MoveFirst
VOLSDRON.Recordset.MoveLast
lastnumvolany = VOLSDRON.Recordset("Numvolany").Value
End If
End Sub

-----
Private Sub busco_dadesvol()
If Text11.Text = "" Then
MsgBox "El Vol seleccionat no té cap carpeta amb Fotos vinculada..."
existsexport = False
Exit Sub
End If
Dir1.path = Text11.Text
File1.path = Dir1.path
If Dir(Dir1.path & "\export", vbDirectory) <> "" Then
existsexport = True
direxport = Dir1.path & "\export"
File1.path = Dir1.path & "\export"
File1.Pattern = "*.pdf"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
Check5.Value = 1
Else
Check5.Value = 0
End If
End If
File1.Pattern = "*.jpg"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
Check4.Value = 1

```

```

Else
    Check4.Value = 0
End If
File1.Pattern = "*.shp"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check2.Value = 1
Else
    Check2.Value = 0
End If
File1.Pattern = "*.kmz"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check3.Value = 1
Else
    Check3.Value = 0
End If
File1.Pattern = "*.las"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check6.Value = 1
Else
    Check6.Value = 0
End If
Else
    existsexport = False
    Check2.Value = 0
    Check3.Value = 0
    Check4.Value = 0
    Check5.Value = 0
    Check6.Value = 0
End If
File1.path = Dir1.path
File1.Pattern = "*.psx"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check1.Value = 1
    arxiuspsx = File1.List(0)
    Text4.Text = arxiuspsx
    Text5.Text = FileDateTime(File1.path & "\" & arxiuspsx)
    If IsNull(VOLSDRON.Recordset("RESULTAT").Value) Then Combo8.Text = "VOL PROCESSAT-ANALITZAR"
Else
    Check1.Value = 0
    Combo8.Text = "VOL NO PROCESSAT"
End If
File1.Pattern = "*.pdf"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check5.Value = 1
End If
File1.Pattern = "mosaic*.jpg"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check4.Value = 1
End If
File1.Pattern = "*.shp"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check2.Value = 1
End If
File1.Pattern = "*.kmz;*.kml"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check3.Value = 1
End If
File1.Pattern = "*.las"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check6.Value = 1
End If
File1.path = Text3.Text

```

```

File1.Pattern = "*.psx"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check1.Value = 1
    arxiuspsx = File1.List(0)
    Text4.Text = arxiuspsx
    Text5.Text = FileDateTime(File1.path & "\" & arxiuspsx)
    If IsNull(VOLSDRON.Recordset("RESULTAT").Value) Then Combo8.Text = "VOL PROCESSAT-ANALITZAR"
End If
File1.Pattern = "*.pdf"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check5.Value = 1
End If
File1.Pattern = "mosaic*.jpg"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check4.Value = 1
End If
File1.Pattern = "*.shp"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check2.Value = 1
End If
File1.Pattern = "*.kmz;*.kml"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check3.Value = 1
End If
File1.Pattern = "*.las"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
    Check6.Value = 1
End If
End Sub

-----
Private Sub Image1_Click()
    titol = "¿Vols associar la carpeta al Vol Seleccionat?"
    Estil = vbYesNo + vbCritical
    Missatge = Dir1.path
    Resposta = MsgBox(Missatge, Estil, Títol)
    If Resposta = vbYes Then
        Text3.Text = Dir1.path
    End If
End Sub

-----
Private Sub Image2_Click()
    If Text11.Text <> "" Then
        MsgBox "El Vol seleccionat ja té una carpeta de Fotos vinculada..." & vbCrLf & "L'has de borrar si en vols indicar 1 altre"
    Exit Sub
    End If
    Títol = "¿Vols associar la carpeta de fotos al Vol Seleccionat?"
    Estil = vbYesNo + vbCritical
    Missatge = Dir1.path
    Resposta = MsgBox(Missatge, Estil, Títol)
    If Resposta = vbYes Then
        Text11.Text = Dir1.path
        File1.path = Dir1.path
        File1.Pattern = "*.jpg"
        File1.Refresh
        Text10.Text = File1.listCount
    End If
End Sub

-----
Private Sub Image3_Click()
    If Text13.Text <> "" Then
        titol = "¿Vols CREAR la carpeta i associar-la al Vol Seleccionat?"
        Estil = vbYesNo + vbCritical
        Missatge = Dir1.path & "\" & Text13.Text
        Resposta = MsgBox(Missatge, Estil, Títol)
        Dim datavol As String

```

```

dataval = VOLSDRON.Recordset("Data").Value
If dataval = "" Then
  MsgBox "Has d'indicar la Data del Vol per crear la carpeta amb les Fotos"
  Exit Sub
Else
  Dim carpetafotos, fotosfolder As String
  carpetafotos = Mid(dataval, 1, 2) & Mid(dataval, 4, 2) & Mid(dataval, 7, 4)
  fotosfolder = "Fotos_" & carpetafotos
End If
If Resposta = vbYes Then
  ChDir Dir1.path
  If Dir(Dir1.path, vbDirectory) = "" Then
    MkDir Dir1.path & "\" & Text13.Text
    ChDir Dir1.path & "\" & Text13.Text
    MkDir Dir1.path & "\" & Text13.Text & "\" & fotosfolder
    ChDir Dir1.path & "\" & Text13.Text & "\" & fotosfolder
    MkDir Dir1.path & "\" & Text13.Text & "\" & fotosfolder & "\\export"
    Dir1.path = Dir1.path & "\" & Text13.Text
    Image1_Click
    Combo8.Text = "VOL NO PROCESSAT"
    Text13.Text = ""
    MsgBox "Carpeta" & Text3.Text & " vinculada al vol Seleccionat..." & vbCrLf & "Copia les Imatges a: " & vbCrLf & Dir1.path & "\" &
    Text13.Text & "\" & fotosfolder
  Else
    ChDir Dir1.path
    MkDir Dir1.path & "\" & fotosfolder
    ChDir Dir1.path & "\" & fotosfolder
    MkDir Dir1.path & "\" & fotosfolder & "\\export"
    Dir1.path = Dir1.path
    Image1_Click
    Combo8.Text = "VOL NO PROCESSAT"
    Text13.Text = ""
    MsgBox "Carpeta" & fotosfolder & " vinculada al vol Seleccionat..." & vbCrLf & "Copia les Imatges a: " & vbCrLf & Dir1.path & "\" &
    fotosfolder
  End If
End If
End If
End Sub

-----
Private Sub Image4_Click()
On Error Resume Next
Screen.MousePointer = vbHourglass
Dim i As Integer
Dim txt As String
For i = 0 To Map1.Layers.Count - 1
  txt = List1.List(i)
  If List1.Selected(i) = False Then
    Map1.Layers(txt).Visible = False
  Else
    Map1.Layers(txt).Visible = True
  End If
Next i
Map1.Refresh
Screen.MousePointer = vbDefault
End Sub

-----
Private Sub Image5_Click()
If Text18.Text = "" Then
  MsgBox "Has d'entrar un mot per fer la cerca"
  Exit Sub
End If
Replacestring = "*" & Text18.Text & "*"
VOLSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
VOLSDRON.RecordSource = "select * from [VolsDron] where Lloc like '" & Replacestring & "' order by ANYVOL, NUMVOLANY"
VOLSDRON.Refresh
If VOLSDRON.Recordset.EOF = False Then
  VOLSDRON.Recordset.MoveFirst
  VOLSDRON.Recordset.MoveLast
Else
  MsgBox "No hi ha Vols on l'Atribut LLOC contingui: " & Text18.Text
VOLSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments

```

```
VOLSDRON.RecordSource = "select * from [VolsDron] order by ANYVOL, NUMVOLANY"
```

```
VOLSDRON.Refresh
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
-----
```

```
Private Sub List1_Click()
```

```
Screen.MousePointer = vbHourglass
```

```
Dim i As Integer
```

```
i = List1.ListIndex
```

```
nly = List1.List(i)
```

```
If List1.Selected(i) = True Then
```

```
Map1.Layers(nly).Visible = True
```

```
Map1.Extent = Map1(nly).Extent
```

```
Else
```

```
Map1.Layers(nly).Visible = False
```

```
Map1.Refresh
```

```
End If
```

```
Screen.MousePointer = vbDefault
```

```
End Sub
```

```
-----
```

```
Private Sub Map1_AfterTrackingLayerDraw(ByVal hDC As StdOle.OLE_HANDLE)
```

```
If INDEX = 0 Then
```

```
Dim sym As New MapObjects2.Symbol
```

```
If Not trpolydron Is Nothing Then
```

```
sym.SymbolType = moFillSymbol
```

```
sym.Style = moTransparentFill 'moVerticalFill
```

```
sym.Color = moYellow
```

```
sym.Outline = True
```

```
sym.OutlineColor = moYellow
```

```
sym.Size = 3
```

```
Map1.DrawShape trpolydron, sym
```

```
End If
```

```
If Not trlinedron Is Nothing Then
```

```
sym.SymbolType = moLineSymbol
```

```
sym.Style = moDotLine
```

```
sym.Color = moYellow
```

```
sym.Color = moBlack
```

```
sym.Size = 5
```

```
Map1.DrawShape trlinedron, sym
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
-----
```

```
Private Sub Map1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
Dim pt As New MapObjects2.Point
```

```
If Button = 1 Then
```

```
If Toolbar1.Buttons("zoom").Value = 1 Then
```

```
Set rectprev = Map1.Extent
```

```
Set rect1 = Map1.TrackRectangle
```

```
niv_zoom = 1
```

```
Map1.Extent = rect1
```

```
Elseif Toolbar1.Buttons("zoomout").Value = 1 Then
```

```
niv_zoom = 1
```

```
Dim r As MapObjects2.Rectangle
```

```
Dim w As Double
```

```
Dim h As Double
```

```
Set rectprev = Map1.Extent
```

```
Set r = Map1.Extent
```

```
w = r.Width / 3 '2
```

```
h = r.Height / 3 '2
```

```
r.Left = r.Left - w
```

```
r.Right = r.Right + w
```

```
r.Top = r.Top + h
```

```
r.Bottom = r.Bottom - h
```

```
Set rect1 = r
```

```
Map1.Extent = rect1
```

```
Elseif Toolbar1.Buttons("pan").Value = 1 Then
```

```
Set rectprev = Map1.Extent
```

```
Map1.Pan
```

```
Elseif Toolbar1.Buttons("poly").Value = 1 Then
```

```
Toolbar1.Enabled = False
```

```

Set trlinedron = Nothing
'Map1.TrackingLayer.Refresh (True)
Dim ha As Double
Set trpolydron = Map1.TrackPolygon
Set polygraphic = trpolydron
ha = trpolydron.Area
If ha >= 10000 Then
    ha = ha / 10000
    Text19.Text = "Àrea del Polígon dibuixat(Ha): " + Format(ha, "standard") + " Perímetre(m): " + Format(trpolydron.Perimeter,
"standard")
Else
    Text19.Text = "Àrea del Polígon dibuixat(m2): " + Format(trpolydron.Area, "standard") + " Perímetre(m): " +
Format(trpolydron.Perimeter, "standard")
End If
Map1.TrackingLayer.Refresh (True)
Toolbar1.Enabled = True
Elseif Toolbar1.Buttons("line").Value = 1 Then
    Toolbar1.Enabled = False
    Set trpolydron = Nothing
'Map1.TrackingLayer.Refresh (True)
Set trlinedron = Map1.TrackLine
Set linegraphic = trlinedron
Text19.Text = "Longitud(m) de la Línia dibuixada: " + Format((trlinedron.Length), "standard")
Map1.TrackingLayer.Refresh (True)
Toolbar1.Enabled = True
End If
End If
End Sub
-----
Private Sub Option1_Click()
If Option1.Value = True Then
    activar_taula
End If
End Sub
Private Sub Option2_Click()
If Combo14.Text = "" Then
    MsgBox "Has d'indicar els Tipus de VOL que vols llistar..."
    Option2.Value = False
Exit Sub
End If
If Option2.Value = True Then
    VOLSDRON.DatabaseName = Directori_equipaments
    VOLSDRON.RecordSource = "select * from [VolsDron] where RESULTAT = '" & Combo14.Text & "' order by ANYVOL, NUMVOLANY"
    VOLSDRON.Refresh
    If VOLSDRON.Recordset.EOF = False Then
        VOLSDRON.Recordset.MoveFirst
        VOLSDRON.Recordset.MoveLast
    End If
End If
End Sub
-----
Private Sub SSTab1_Click(PreviousTab As Integer)
'Select Case SSTab1.Tab
'Case Is = 0
VOLSDRON.Visible = True
'Case Is = 1
VOLSDRON.Visible = False
'End Select
End Sub
-----
Private Sub Text11_Change()
If Text11.Text = "" Then
    MsgBox "No hi ha cap carpeta amb Fotos Vinculada..."
    existeixexport = False
Exit Sub
End If
If Dir(Text11.Text, vbDirectory) <> "" Then
    busco_dadesvol
End If
End Sub
-----

```



```

Private Sub Text3_Change()
If Text3.Text = "" Then Exit Sub
If Dir(Text3.Text, vbDirectory) = "" Then
  MsgBox "No existeix la carpeta:" & vbCrLf & Text3.Text
Exit Sub
End If
Dir1.path = Text3.Text
Dim videofolder As String
Dim datavol As String
datavol = VOLSDRON.Recordset("Data").Value
If datavol = "" Then
Check10.Value = 0
Else
Dim carpetavideo As String
carpetavideo = Mid(datavol, 1, 2) & Mid(datavol, 4, 2) & Mid(datavol, 7, 4)
videofolder = Dir1.path & "\Vídeo_" & carpetavideo
'MsgBox videofolder
If Dir(videofolder, vbDirectory) <> "" Then
File1.path = videofolder
File1.Pattern = "*.MOV"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
Check10.Value = 1
Else
Check10.Value = 0
End If
If Check10.Value = 0 Then
File1.Pattern = "*.MP4"
File1.Refresh
If File1.listCount > 0 Then
Check10.Value = 1
Else
Check10.Value = 0
End If
End If
Else
Check10.Value = 0
End If
End If
End Sub

```

```

Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As ComctlLib.Button)
If Button.Key = "extentcpc" Then
  intparc = True
  Set rectprev = Map1.Extent
  Map1.Extent = Map1.Layers("Límit PN").Extent
ElseIf Button.Key = "rectprev" Then
  If rectprev Is Nothing = False Then
    Map1.Extent = rectprev
  End If
ElseIf Button.Key = "zoom" Then
  Map1.MousePointer = moZoomIn
ElseIf Button.Key = "zoomout" Then
  Map1.MousePointer = moZoomOut
ElseIf Button.Key = "pan" Then
  Map1.MousePointer = moPan
ElseIf Button.Key = "poly" Then
  Map1.MousePointer = moDefault
ElseIf Button.Key = "line" Then
  Map1.MousePointer = moDefault
ElseIf Button.Key = "Mapa" Then
  Map1.MousePointer = moArrowHourglass
  imprimir_dron
  Map1.MousePointer = moDefault
ElseIf Button.Key = "borrarlp" Then
  reset_mapdron
End If
End Sub

```

```

Sub reset_mapdron()
Set trpolydron = Nothing

```

```

Set trlinedron = Nothing
Text19.Text = ""
Map1.TrackingLayer.Refresh True
End Sub

-----

Sub imprimir_dron()
'On Error GoTo linerr:
Dim avui As Date
Dim hora As Date
avui = Date
hora = Time
Dim texte As String
Dim msg, Style, Title, Ctxt, Response
msg = "Vols generar i guardar 1 Fitxa?: "
Style = vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton2
Title = "Arxiu a generar: " & "C:\shapes_etr\user\layouts\" & texte
Ctxt = 1000
Response = MsgBox(msg, Style, Title, " ", Ctxt)
If Response = vbYes Then
  texte = InputBox("Entra nom de l'arxiu (10-15 Caràcters)", "Generació de Fitxa A4", "VistaVolDron")
  dirdel = "C:\shapes_etr\user\layouts\" & texte & ".doc"
  existsfile = Dir(dirdel, vbNormal)
  If (existsfile <> "") Then
    Kill "C:\shapes_etr\user\layouts\" & texte & ".doc"
  End If
  CopyFile ServidorCPC & "\Aplaview\Equipament\plvistadron.doc", "C:\shapes_etr\user\layouts\" & texte & ".doc"
  Dim wap As New Word.Application
  wap.Visible = True
  Screen.MousePointer = vbHourglass
  wap.DisplayAlerts = False
  wap.Documents.Open (disclocal & "\shapes_etr\user\layouts\" & texte & ".doc")
  wap.ActiveDocument.Bookmarks("m1").Select
  wap.ActiveWindow.Selection.TypeText Text:="Vista Vol Dron" & vbCrLf & "Data:" & Now
  wap.ActiveDocument.Bookmarks("m2").Select
  wap.ActiveWindow.Selection.TypeText Text:=Text19.Text
  foto = "C:\shapes_etr\user\fitxa.jpg"
  existsf = Dir(foto, vbNormal)
  If (existsf <> "") Then
    Kill foto
  End If
  Map1.ExportMapToJpeg foto, 100, True, 2, moNoSymbologyScaled
  'MapDisp.ExportMapToJpeg discservidorfitxes & "\fitxa.bmp", 100, False, 2, moNoSymbologyScaled
  Exists = Dir(foto, vbNormal)
  If foto <> "" Then
    wap.ActiveDocument.Bookmarks("m3").Select
    wap.Selection.InlineShapes.AddPicture filename:=foto, LinkToFile:=False, SaveWithDocument:=True
  End If
  'Final del Procediment
  wap.Documents.Save
  Set wap = Nothing
End Sub
MsgBox "Fitxa Vol DRON generada..."
Screen.MousePointer = vbDefault
'Exit Sub
'linerr:
'Showerror
End Sub

-----

Private Sub VOLSDRON_Reposition()
If Text3.Text <> "" Then
  If Dir(Text3.Text, vbDirectory) = "" Then Exit Sub
  If Dir(Text11.Text, vbDirectory) <> "" Then
    If existsexport = True Then
      Dir1.path = direxport
    Else
      Dir1.path = Text3.Text
    End If
  Else
    Dir1.path = Text3.Text
  End If
End Sub

```

```

Dir1.path = pathfotosdron
End If
Select Case LCase(usuario)
Case Is = "uab", "rreventos", "jpiera", "qhernandez"
If VOLSDRON.Recordset.EOF = False Then
If VOLSDRON.Recordset("RESULTAT").Value = "VOL SENSE CARPETA" Then
Image3.Enabled = True
Else
Image3.Enabled = False
End If
End If
Case Else
Image3.Enabled = False
End Select
VOLSDRON.Caption = "Vol: " & (VOLSDRON.Recordset.AbsolutePosition + 1) & " de: " & VOLSDRON.Recordset.RecordCount
End Sub

-----

Private Sub Command1_Click()
'alta_nouvel
alta_nouvel_dao
End Sub

-----

Private Sub Command2_Click()
'borrar_vol
borrar_vol_dao
End Sub

-----

Public Sub conectar(cnn)
'Referència a: Microsoft ActiveX Dataobjects 2.1 Library
' Variables Connexió a la base de dades
Set cnn = New ADODB.Connection
Select Case LCase(usuario)
Case Is = "uab"
strcnn = "Provider = Microsoft.jet.OLEDB.4.0;Data Source=C:\equipament\progs\equipaments.mdb;Persist Security Info=False"
cnn.Open strcnn
Case Is = "rreventos"
strcnn = "Provider = Microsoft.jet.OLEDB.4.0;Data Source=\\Zeus\Aplaview\equipament\equipaments.mdb;Persist Security Info=False"
cnn.Open strcnn
Case Else
strcnn = ""
'strcnn = "Provider = Microsoft.jet.OLEDB.4.0;Data Source=\\Zeus\Aplaview\equipament\equipaments.mdb;Persist Security Info=False"
'cnn.Open strcnn
End Select
End Sub

Public Sub Desconectar()
cnn.Close
End Sub

-----

Public Sub Carrega_taulas(rs As ADODB.Recordset, taula As String, cnn)
If strcnn = "" Then
MsgBox "No tens permisos per fer aquesta operació..."
Exit Sub
End If
Set rs = New ADODB.Recordset
rs.CursorLocation = adUseClient
rs.CursorType = adOpenStatic
rs.LockType = adLockOptimistic
rs.Open taula, cnn, , , adCmdTable
End Sub

Public Sub alta_nouvel()
Dim usuari, sector As String
Call conectar(cnn) 'obro connexió
Call Carrega_taulas(rsvol, "VolsDRON", cnn) 'obro taula
If strcnn <> "" Then
' Afegir a la base de dades registres del shape taula "GPN_ELEM_MOBILIARI"
rsvol.AddNew
rsvol!!loc = "Un lloc de prova entrar per " & usuario
rsvol!!Piera = "Jordi Piera"

```

```

rsvol!Municipi = "Barcelona"
rsvol!Tipologia_vol = "Topogràfic" 'id del tipuselem
rsvol!Copilot = usuario
rsvol!Emplaçament = usuario
rsvol!DRON1 = "Phantom 3"
rsvol!Data = Format(Now, "dd/mm/yyyy")
rsvol!Anyvol = Year(Now)
rsvol.Update
'rsvol.Requery
Desconnectar
MsgBox "Vol Afegit"
'Command4_Click
End If
End Sub

-----
Public Sub borrar_vol() 'amb tots els seus components, elimina en cascada
Dim id_vol, nreg As Integer
Dim vol_Buscar As String
Call conectar(cnn) 'obro connexió
Call Carrega_taulas(rsvoldel, "VolsDRON", cnn)
' controlem que la variable id_vol sempre tingui un valor
If strcnn <> "" Then
  If Text1.Text <> "" Then
    id_vol = Text1.Text
  Else
    MsgBox "No hi ha indicat el Número de Vol (ID) a Borrar..."
    activar_taula
    Exit Sub
  End If
  'Controlem si el registre està o no a la base de dades, si no està surt, si està el borrarà
  vol_Buscar = "ID = " & id_vol
  rsvoldel.MoveFirst
  rsvoldel.Find vol_Buscar
  If id_vol = 0 Or rsvoldel.EOF Then
    MsgBox "No s'ha trobat l'ID del Vol a Borrar:" & id_vol
    Exit Sub
  Else
    rsvoldel.Filter = "ID = " & id_vol
    rsvoldel.Delete
    rsvoldel.Update
  End If
  rsvoldel.Filter = adFilterNone
  'rsvoldel.Requery

  strmsg = ""
  strmsg = "Ara tenim " & "" & rsvoldel.RecordCount & "" & "" & " Vols amb DRON registrats "
  Desconnectar
  MsgBox "VOL Número " & id_vol & " Borrar..." & vbCrLf & strmsg
  'Command4_Click
End If
End Sub

-----
Sub alta_nouvel_dao()
Dim datavol, horaini, horafin As Date
Missatge = "¿Vols AFEGIR 1 NOU VOL?"
Estil = vbYesNo + vbCritical
Títol = "Atenció!!!"
Resposta = MsgBox(Missatge, Estil, Títol)
If Resposta = vbYes Then
  If Combo7(0).Text = "" Then
    MsgBox "No has escollit cap municipi..."
    Exit Sub
  End If
  If Combo7(1).Text = "" Then
    MsgBox "No has escollit cap tipologia de vol..."
    Exit Sub
  End If
  If Combo7(2).Text = "" Then
    MsgBox "No has escollit cap pilot..."
    Exit Sub
  End If

```

```

If Combo7(5).Text = "" Then
  MsgBox "No has escollit cap emplaçament..."
  Exit Sub
End If
If Combo7(4).Text = "" Then
  MsgBox "No has escollit el dron utilitzat..."
  Exit Sub
End If
If Combo7(6).Text = "" Then
  MsgBox "No has escollit la Tasca realitzada..."
  Exit Sub
End If
dataval = InputBox("Entra la data de Vol", , Format(Now, "dd/mm/yyyy"))
If IsDate(dataval) = False Or dataval = "" Then
  MsgBox "La Data de Vol entrada no és correcte"
  Exit Sub
End If
horaini = InputBox("Entra l'hora d'inici del vol", , Format(Now, "hh:mm"))
If IsDate(horaini) = False Or horaini = "" Then
  MsgBox "La Data d'inici del Vol entrada no és correcte"
  Exit Sub
End If
horafin = InputBox("Entra l'hora de finalització del vol", , Format(Now, "hh:mm"))
If IsDate(horafin) = False Then
  MsgBox "La Data de finalització del Vol entrada no és correcte"
  Exit Sub
End If
ShowDiff CStr(horaini), CStr(horafin)
VOLSDRON.Recordset.AddNew
VOLSDRON.Recordset("Municipi") = Combo7(0).Text
VOLSDRON.Recordset("Tipologia_vol") = Combo7(1).Text
VOLSDRON.Recordset("Pilot") = Combo7(2).Text
VOLSDRON.Recordset("Copilot") = Combo7(3).Text
VOLSDRON.Recordset("Tascapilot") = Combo7(6).Text
VOLSDRON.Recordset("Data") = Format(dataval, "dd/mm/yyyy")
VOLSDRON.Recordset("Anyvol") = Year(Now)
VOLSDRON.Recordset("Numvolany") = lastnumvolany + 1
VOLSDRON.Recordset("Dron1") = Combo7(4).Text
VOLSDRON.Recordset("usuari") = usuario 'Combo1
VOLSDRON.Recordset("Hora_inici") = horaini
VOLSDRON.Recordset("Hora_final") = horafin
VOLSDRON.Recordset("Duració_vol") = duracio_vol
VOLSDRON.Recordset("Lloc") = Combo7(5).Text
VOLSDRON.Recordset("RESULTAT") = "VOL SENSE CARPETA"
VOLSDRON.Recordset.Update
VOLSDRON.Refresh
VOLSDRON.Recordset.MoveLast
lastnumvolany = VOLSDRON.Recordset("Numvolany").Value
omplo_combosformulari
MsgBox "Nou Vol registrat..."
Check9.Value = 0
Exit Sub
End If
End Sub

```

```

Sub borrar_vol_dao()
On Error GoTo linerr:
If VOLSDRON.Recordset.EOF = False Then
  Missatge = "¿Vols BORRAR el Vol Seleccionat?"
  Estil = vbYesNo + vbCritical
  Títol = "Atenció!!, Vol NÚMERO:" & Text1.Text
  Resposta = MsgBox(Missatge, Estil, Títol)
  If Resposta = vbYes Then
    If VOLSDRON.Recordset.EOF = False Then
      VOLSDRON.Recordset.Delete
      VOLSDRON.Refresh
      MsgBox "Vol Borrat"
    If VOLSDRON.Recordset.EOF = False Then
      VOLSDRON.Recordset.MoveLast
      lastnumvolany = VOLSDRON.Recordset("Numvolany").Value
      omplo_combosformulari
    End If
  End If
End If

```

```

End If
End If
End If
Else
MsgBox ("No hi ha cap VOL registrat...")
End If
Exit Sub
linerr:
Showerror
End Sub

-----
Private Sub ShowDiff(strStart As String, strEnd As String)
Dim datStart As Date, datEnd As Date
Dim lngMin As Long
Dim strDiff As String
'convert strings to date types
datStart = CDate(strStart)
datEnd = CDate(strEnd)
'calculate difference in minutes
lngMin = DateDiff("n", datStart, datEnd)
'hours
strDiff = CStr(lngMin \ 60)
'minutes
strDiff = strDiff & ":" & Right$("0" & CStr(lngMin Mod 60), 2)
'show difference as hours:minutes
MsgBox "Duració del Vol: " & strDiff
duracio_vol = CDate(strDiff)
End Sub

```